

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 559**

51 Int. Cl.:

B05D 3/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.12.2016** **PCT/EP2016/002074**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017** **WO17108163**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2016** **E 16816196 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020** **EP 3393679**

54 Título: **Dispositivo de endurecimiento UV con espejos deflectores de radiación UV divididos**

30 Prioridad:

22.12.2015 DE 102015016730

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

24.03.2021

73 Titular/es:

**OERLIKON SURFACE SOLUTIONS AG,
PFÄFFIKON (100.0%)
Churerstrasse 120
8808 Pfäffikon, CH**

72 Inventor/es:

ZUEGER, OTHMAR

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 813 559 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

Dispositivo de endurecimiento UV con espejos deflectores de radiación UV divididos

5 Los recubrimientos de barniz sirven como capa de protección de superficies de componentes y les confieren un aspecto específico deseado. La protección de las superficies puede ser tanto de naturaleza mecánica, por ejemplo, la resistencia al rayado de las superficies, pero también la resistencia química o la evitación de efectos de envejecimiento causados por influjos ambientales como la luz o la humedad. Se emplean barnices especialmente en componentes de materiales, cuyas superficies conocidamente no pueden someterse a fuertes sollicitaciones mecánicas, ni son muy muy estables frente a fenómenos de envejecimiento en caso de una exposición prolongada a condiciones ambientales como la luz solar y la humedad. Este tipo de materiales pueden ser diversas materias sintéticas o materias naturales como la madera. Para una mejor comprensión, las siguientes descripciones se limitan a las materias sintéticas, sin excluir por ello otros materiales. Tanto los componentes de materia sintética como los recubrimientos de barniz tienen sólo una limitada resistencia a las temperaturas, lo que requiere una atención especial en pasos de proceso durante su procesamiento, para garantizar que no se excedan nunca las temperaturas de deformación críticas.

Los barnices de endurecimiento UV se emplean en muchos ámbitos distintos. Por endurecimiento se entiende aquí sustancialmente la reticulación de las cadenas poliméricas. En barnices de endurecimiento UV, esta reticulación se induce por radiación UV. Los recubrimientos de barniz de endurecimiento UV ofrecen frente a los barnices inducidos térmicamente o de autoendurecimiento químico, la ventaja de que la reacción de endurecimiento transcurre de forma mucho más rápida y selectiva a través de la inducción fotónica y apenas depende de procesos de difusión en el barniz, como es el caso en las reacciones inducidas térmicamente y químicamente. El endurecimiento de los barnices se realiza en un dispositivo de endurecimiento constituido por un dispositivo de exposición y diversos componentes periféricos, como entre otros el dispositivo de refrigeración o el equipo de transporte de componentes.

En muchos barnices, para el endurecimiento completo se requiere una dosis mínima determinada que resulta por el producto de la intensidad de radiación por superficie y el tiempo de exposición (más concretamente por la integral de tiempo de la intensidad). Sin embargo, muchos barnices UV usuales presentan un comportamiento de endurecimiento no lineal con respecto a esta intensidad por superficie, por lo que el grado de endurecimiento no sólo es proporcional a la dosis de exposición, sino que a partir de un valor umbral determinado disminuye sobreproporcionalmente con una menor intensidad por superficie y por tanto ya no puede ser compensado a través del tiempo de exposición. Por lo tanto, puede ser deseable conseguir la máxima intensidad por superficie posible, es decir, la intensidad por unidad de superficie, y de esta manera hacer que el tiempo de exposición necesario sea lo más corto posible.

Las fuentes de radiación UV de alta intensidad están basadas en lámparas de descarga de gas que además de la radiación UV deseada emiten también grandes partes de luz visible (VIS) y radiación infrarroja (IR). La luz VIS y la radiación IR contribuyen en el endurecimiento de barnices a una subida sustancial de la temperatura. Pero se debe evitar que la temperatura suba durante el proceso de endurecimiento a través de la temperatura de transición vítrea de los componentes de materia sintética y del barniz. Es deseable suprimir en lo posible esta contribución de la luz VIS y la radiación IR, pero perdiendo la menor radiación UV posible.

Para este fin, el uso de espejos de longitud de onda selectiva ha resultado ser un medio muy eficiente para reducir de manera eficiente el intervalo de longitudes de onda en el rango de VIS e IR, es decir, el aporte de calor.

45 En el documento US4644899A1, por ejemplo, se describe un dispositivo que puede disponer de uno o dos espejos parcialmente permeables que mediante una desviación de rayos simple o múltiple aumentan la parte UV relativa de la radiación que llega al sustrato. Mediante la disposición descrita de múltiples espejos se reduce la radiación IR en la zona de endurecimiento, pero precisamente en caso de la desviación múltiple disminuye también la dosis de radiación UV en la zona de acción. Además, los inventores encontraron que mediante el calor originado por radiación IR transmitida se produce un problema de evacuación de calor en el equipo de exposición, si se desea una construcción de conjunto compacta. Como solución se indican aletas de refrigeración refrigeradas por aire o por líquido, que visto en el sentido de radiación principal de la fuente UV, están dispuestas detrás del espejo parcialmente permeable. Sin embargo, a primera vista, esta estrategia de refrigeración conlleva desventajas considerables. Por una parte, se produce sólo una refrigeración indirecta del aparato de exposición, pero no del espejo o de la fuente de radiación. Por otra parte, el dispositivo de refrigeración debe disponerse detrás del espejo parcialmente permeable, lo que perjudica el tamaño del dispositivo así como posibles trabajos de mantenimiento en el dispositivo de exposición.

60 En el documento DE69707539T2 se propone usar espejos deflectores de radiación UV para separar la parte UV de la parte VIS e IR de la fuente UV, para desviar la luz UV a la zona de endurecimiento. Se supone que los segmentos de espejo deflector individuales están en contacto mutuo sin distancia, y la refrigeración de la fuente UV así como de los espejos deflectores se realiza por medio de una corriente de gas refrigerante que se evacúa en el extremo del espejo deflector continuo, que más alejado está de la fuente UV. En este caso, la disposición de espejos de luz fría según la realización incluye un filtro de refracción de calor en forma de placa que apantalla la unidad de exposición espacialmente con respecto a la zona de endurecimiento y de esta manera impide la salida del gas calentado con respecto al sustrato. Sin embargo, este dispositivo de endurecimiento conlleva la desventaja decisiva de que se

requiere cierto tamaño del dispositivo para una refrigeración suficiente por la corriente de gas, que causa un camino óptico más largo de la radiación UV hacia el componente, lo que tiene que ir acompañado de una reducción de la intensidad por superficie.

Por lo tanto, del estado de la técnica resultan algunos requisitos en cuanto a un dispositivo de endurecimiento rentable y eficiente, que hasta la fecha no han podido ser realizados suficientemente. Se trata, entre otras cosas, de lo siguiente:

- se debe conseguir una intensidad UV por superficie lo más alta posible en la zona de endurecimiento.
- se debe evitar una carga térmica no deseada de los sustratos por la parte VIS e IR de la radiación.
- una realización práctica del dispositivo de endurecimiento debe ser lo más sencilla posible por tanto ser de fácil mantenimiento y poder realizarse de forma económica.
- el dispositivo de endurecimiento debe tener la menor extensión geométrica posible y poder adaptarse fácilmente a diferentes geometrías de sustrato.
- una refrigeración del dispositivo de endurecimiento y especialmente del dispositivo de exposición debe ser posible con un reducido gasto, siendo deseable la posibilidad de una refrigeración separada del sustrato.

Según la invención, se emplea un dispositivo de endurecimiento UV con espejos deflectores UV divididos, que reduce significativamente el camino óptico de la fuente UV al sustrato y, por tanto, permite un incremento decisivo de la intensidad por superficie en la zona de aplicación, y que al mismo tiempo permite también una refrigeración eficiente de los componentes del dispositivo que están expuestos al calor. De esta manera, se pueden conseguir una realización sencilla del dispositivo de endurecimiento, unas condiciones óptimas de exposición para una carga UV de alta intensidad de los sustratos y la reducción de los tiempos de exposición que es posible por ello, favoreciendo el aspecto económico de la invención. Además, permite refrigerar los sustratos de forma separada mediante gas refrigerante o aire refrigerante y excluir una sollicitación térmica excesiva del sustrato en caso de una dosis UV elevada.

A continuación, la invención se explica en detalle y se complementa a modo de ejemplos con la ayuda de figuras y de una tabla:

La figura 1 muestra esquemáticamente en alzado lateral un dispositivo de endurecimiento UV con un espejo deflector 8 plano para separar la luz UV de la luz VIS e IR. Para la trayectoria de rayos desde la fuente UV están representados esquemáticamente sólo tres rayos, correspondiendo el rayo central al rayo principal.

La figura 2 muestra esquemáticamente el dispositivo de endurecimiento según la figura 1 en una vista en planta desde arriba con una longitud L que puede ser sustancialmente discrecional. Están representados los reflectores 18 laterales a continuación de los extremos del espejo deflector 8, con los que la iluminación en la zona de procesamiento se hace más homogénea a través de la longitud de la fuente.

La figura 3 muestra esquemáticamente una distribución de intensidad típica de la radiación UV a través de la longitud del dispositivo de irradiación en la zona de procesamiento en la que se encuentran los componentes para la exposición, con, 182, y sin, 181, elementos reflectores 18 laterales.

La figura 4 muestra esquemáticamente en alzado lateral un dispositivo de endurecimiento UV con elementos de espejo deflector individuales, segmentados, desplazados unos respecto a otros, entre los que el gas refrigerante calentado puede salir de la fuente UV hacia arriba. Esta disposición permite una reducción del camino óptico entre la fuente UV y los componentes obteniendo al mismo tiempo el flujo de gas refrigerante necesario de la fuente UV.

La figura 5 muestra esquemáticamente en alzado lateral un dispositivo de endurecimiento UV con espejos deflectores individuales, segmentados, desplazados unos respecto a otros, que están dispuestos en diferentes ángulos con respecto al rayo principal, para concentrar la radiación UV en la zona de procesamiento y acumular de manera más eficiente la radiación UV de la fuente.

La figura 6 muestra en alzado lateral un dispositivo de endurecimiento UV conforme a la figura 5, estando desplazada o inclinada la disposición de los componentes con respecto a la fuente UV, para minimizar la irradiación directa de luz VIS e IR desde la lámpara UV sobre los componentes.

La figura 7 muestra en alzado lateral un dispositivo de endurecimiento UV como en la figura 5, con una pantalla 21 adicional que impide la irradiación del sustrato con radiación directa de la fuente UV.

Una estructura típica de un dispositivo de endurecimiento UV está representada en la figura 1. Las fuentes de radiación UV de alta intensidad, de banda ancha, están constituidas por una lámpara de descarga de gas 1 y un elemento reflector de lámpara 2 que acumula la radiación UV emitida en dirección opuesta al componente y la refleja en dirección hacia la zona en la que se encuentran los componentes 10 recubiertos con barniz de endurecimiento UV 11. Esta zona que en lo sucesivo se designa como zona de procesamiento se carga por tanto con una radiación que se compone de radiación directa y radiación reflejada. En caso de una fuente sustancialmente lineal, la lámpara de descarga de gas 1 es sustancialmente tubular. Pero también puede componerse de una lámpara o de una serie de lámparas individuales, sustancialmente puntuales, dispuestas en una fila. Las lámparas de descarga de gas como fuente de radiación UV están constituidas por un tubo herméticamente cerrado, altamente permeable a la radiación UV, con una cantidad de metal evaporable encerrada en este y con un relleno de gas noble. Este último se excita a través de una descarga de gas inducida eléctricamente, por lo que se calienta y, por transferencia de calor, conduce a la evaporación de la cantidad de metal. Como consecuencia, el vapor de metal formado igualmente se excita

eléctricamente y el plasma de vapor de metal originado durante ello emite radiación según líneas de excitación conocidas, especialmente luz UV. Además de la emisión deseada de luz UV, el plasma emite también radiación en el rango visible (VIS) y el rango infrarrojo (IR) del espectro electromagnético. Dentro del tubo de la lámpara de descarga de gas que habitualmente se compone de vidrio de cuarzo permeable a la luz UV, una parte de la radiación infrarroja emitida por el plasma de vapor de metal se absorbe y conduce a un calentamiento del tubo. Asimismo, el gas caliente transmite dentro del tubo calor a las paredes del tubo. Dado que, por sus características de material, el material del tubo de vidrio de cuarzo está sujeto a límites con respecto a la temperatura, perdiendo el tubo su resistencia en caso de exceder los mismos, el tubo debe refrigerarse. En el caso de aplicación técnicamente relevante, la refrigeración se realiza mediante una corriente de gas 31 (en el caso normal, aire) que se calienta y de esta manera evacúa la energía del tubo. El suministro del gas refrigerante se realiza habitualmente de forma activa con presión para aumentar el caudal y por tanto la potencia de refrigeración, a través de una o varias aberturas de entrada 30.

Para llevar a la zona de procesamiento la máxima cantidad de luz UV emitida, el tubo de lámpara se envuelve desde un lado parcialmente con un elemento reflector de lámpara 2 que refleja la radiación UV de manera eficiente al lado contrario en la zona de procesamiento. El suministro del gas refrigerante 31 debe realizarse sustancialmente en el lado del reflector de lámpara, ya que en el lado frontal, la radiación UV deseada debe poder expandirse sin obstáculos hacia el componente que ha de ser expuesto. En concreto, la corriente de gas puede suministrarse a través de agujeros en el elemento reflector de lámpara 2, por los que el gas entra a presión sobre el tubo de lámpara 1. El gas calentado debe poder salir del lado de la zona de procesamiento a ser posible sin obstáculos para garantizar la efectividad de la refrigeración.

Para debilitar la parte VIS e IR no deseada de la radiación emitida de la lámpara, que incide en la zona de procesamiento, el elemento reflector de lámpara 2 puede proveerse de un recubrimiento que refleje bien la parte UV de la radiación, pero que refleje poco la parte VIS e IR. Esto puede realizarse mediante un recubrimiento con una fina película dicróica que por una parte refleje altamente la parte UV y que transmita al cuerpo reflectante de la lámpara la parte VIS e IR que es absorbida por el material del reflector situado por debajo. Durante ello, el reflector de la lámpara se calienta y el calor resultante debe evacuarse a través de la radiación IR y la corriente de gas.

La radiación directa procedente de la lámpara de descarga de gas tubular, es decir, la radiación que no llega a la zona de procesamiento a través del reflector de la lámpara, no experimenta ningún debilitamiento de la parte VIS y/o IR. Además, también llega a la zona de procesamiento una parte restante de la radiación VIS e IR, que no es transmitida por el recubrimiento del reflector de la lámpara y no se absorbe en el reflector.

Una supresión adicional de la radiación VIS e IR se puede conseguir mediante un espejo deflector 8 de longitud de onda selectiva, adicional, posicionado en la trayectoria de rayos. Este espejo deflector 8 debe reflejar lo mejor posible la parte UV en la radiación 5 de la fuente, y en cambio, reflejar lo peor posible la parte VIS e IR 7. En el caso más sencillo, un espejo deflector de este tipo se realiza como espejo plano que se puede recubrir con un recubrimiento de filtro en capa delgada dicróica. Este espejo habitualmente se dispone en un ángulo de 45° entre la normal de la superficie del espejo hacia el rayo principal de la fuente UV, en cuyo caso la zona de procesamiento con los componentes 10 cargados con el barniz 11 de endurecimiento UV se encuentra entonces corriente abajo en la trayectoria de rayos de la radiación UV relegada por el espejo deflector, girada en 90° con respecto al rayo principal. El espejo deflector también puede estar dispuesto en un ángulo α diferente a 45° con respecto a la normal del espejo, en cuyo caso la zona de procesamiento se encuentra de forma girada en el ángulo $2 \cdot \alpha$ con respecto al rayo principal de la fuente UV.

La radiación VIS e IR 7 es transmitida mayoritariamente mediante la elección específica del recubrimiento de filtro dicróico. Para evitar un calentamiento excesivo del espejo deflector, que se produciría por la absorción de esta radiación VIS e IR en el sustrato del espejo deflector y que a su vez lanzaría radiación IR a la zona de procesamiento, para el espejo deflector se elige un material de sustrato de espejo adecuado, permeable a la radiación VIS e IR, y se garantiza que la radiación VIS e IR 7 sea transmitida lo mejor posible por el espejo y mantenida alejada de esta manera de la zona de procesamiento. Como sustrato de espejo resultan adecuados especialmente vidrios con una alta transparencia a la radiación VIS e IR. El vidrio de borosilicato o el vidrio de cuarzo resultan especialmente adecuados para ello, pero también para estos vidrios la transparencia está limitada en el rango IR a longitudes de onda inferiores a 2.800 nm y 3.500 nm respectivamente. Para la radiación VIS e IR 7 transmitida se debe garantizar que en el resto de la estructura siga siendo desviada y finalmente absorbida, de tal forma que ya no pueda llegar en una parte considerable, a través de reflexiones múltiples en partes de la estructura, ni a la zona de procesamiento ni a la fuente UV, para evitar en ambos casos calentamientos no deseados.

La dimensión del espejo deflector 8 debe elegirse de tal forma que la mayor parte posible de la luz emitida por la fuente incida sobre el espejo y se desvíe a la zona de procesamiento. Sin embargo, con el tamaño de este espejo deflector de luz UV aumenta también el camino óptico d entre la fuente UV y la zona de procesamiento, por lo que disminuye la intensidad de luz UV en esta zona. Además, la corriente de gas refrigerante procedente de la fuente UV debe evacuarse pasando delante del espejo deflector. La corriente de dicho gas refrigerante debe ser a ser posible laminar para garantizar un flujo eficiente y con pocos obstáculos.

Habitualmente, la corriente de gas refrigerante discurre, tal como se desprende del estado de la técnica y como está representado en la figura 1, a lo largo de una línea cerrada y sale por una abertura con un ancho a al final del espejo deflector de luz UV, que más alejado está de la fuente UV.

Sin embargo, de manera inesperada, la corriente de gas refrigerante igualmente puede realizarse a través de varias aberturas a lo largo de una línea imaginaria desde el extremo del reflector de lámpara 2 hasta el extremo de los espejos deflectores de luz UV 81 a 83 divididos en la figura 4. Como se puede ver en la figura 4, basta con unas aberturas mínimas con los anchos de sección transversal $b1$ a $b4$ entre los espejos deflectores de luz UV divididos

así como entre los espejos deflectores y el elemento reflector 2 o el elemento de disco 9, para que la corriente de gas refrigerante pueda distribuirse entre las zonas 41 a 44. Por lo tanto, es posible acercar el elemento de disco 9 más cerca de los elementos de espejo divididos, lo que produce una reducción del camino óptico d total desde la fuente UV hasta la superficie del sustrato recubierto.

Para que la corriente de gas refrigerante calentada del tubo de lámpara y del reflector de lámpara no fluya directamente a la zona de procesamiento produciendo un calentamiento no deseado de los componentes que han de ser expuestos, la corriente de gas se separa de la zona de procesamiento con la ayuda de un elemento de disco 9 óptico que transmita lo mejor posible la radiación UV deseada. En la variante más sencilla, para ello se usa un elemento de disco de vidrio de cuarzo.

Además, mediante la separación espacial descrita anteriormente entre la zona de procesamiento y el dispositivo de exposición mediante un elemento de disco 9 óptico, es posible realizar una refrigeración separada del sustrato por medio de gas refrigerante, lo que permite aumentar la dosis de exposición admisible.

Con los dispositivos de aspiración activos en la zona opuesta del espejo deflector se podría conseguir la corriente de gas refrigerante necesaria con un ancho de sección transversal a reducido, pero esto requiere bombas adicionales y disposiciones del espejo y de sus soportes, que sean ventajosas para el flujo, para garantiza una corriente de aspiración homogénea a lo largo de la longitud L del espejo. Por la longitud L del espejo se designa la dimensión perpendicular al plano de la figura 1 y se muestra en la figura 2 como vista en planta desde arriba de la disposición. Pero las disposiciones de este tipo, optimizadas en cuanto al flujo, constituyen unas limitaciones no deseadas con respecto a la conducción lo más eficiente posible de la luz UV a la zona de procesamiento.

La evacuación de la corriente de gas refrigerante podría realizarse, al menos en caso de una longitud limitada de la fuente UV y del espejo deflector, lateralmente, es decir, perpendicularmente al plano de la figura 1. A medida que aumenta la longitud L de la fuente, sin embargo, se tendría que evacuar una corriente de gas refrigerante cada vez más grande a través de estas dos aberturas laterales, lo que limita la eficiencia de refrigeración a medida que aumenta la longitud L , especialmente en la zona del centro de la fuente UV.

Para obtener una alta homogeneidad de la iluminación a través de la longitud L de la fuente UV, unos elementos reflectores 18 preferentemente planos se disponen lateralmente a continuación del espejo deflector. Estos elementos reflectores laterales dirigen rayos de luz de la fuente UV que tienen una componente esencial lateralmente a lo largo de la longitud L de la fuente UV y se expanden mayoritariamente en estas direcciones, a la zona de procesamiento que se extiende sustancialmente a lo largo de longitud L de la fuente UV. Con estos reflectores laterales 18 se consigue una mejor homogeneidad de la iluminación de la zona de procesamiento con luz UV. En la figura 3 están representadas esquemáticamente curvas de distribución de intensidad a lo largo de la longitud L de la fuente UV. La curva 181 muestra el caso sin elementos reflectores 18 laterales, la curva 182 muestra el caso con elementos reflectores 18 laterales, con una iluminación mejorada con respecto a la curva 181.

Estos elementos reflectores 18 laterales se extienden sustancialmente a lo largo de la altura completa desde el canto superior del espejo deflector 8 hasta el elemento de disco 9 en las figuras 1 y 4 a 7, para obtener una iluminación a ser posible homogénea a lo largo de la longitud L . Con el uso preferible de estos elementos reflectores 18 laterales, sin embargo, se impide que el gas refrigerante pueda salir lateralmente. Por lo tanto, en esta configuración ventajosa para la iluminación de la zona de procesamiento debe quedar garantizado que la corriente de gas refrigerante pueda salir a la zona 4 exclusivamente a través del ancho de abertura de sección transversal a .

Una forma de realización preferible de la presente invención está representada esquemáticamente en la figura 4, con una solución para la conducción lo más eficiente posible de la luz UV a la zona de procesamiento, a vez de una evacuación eficiente de la corriente de gas refrigerante desde la fuente UV. Mediante la división del espejo deflector en segmentos individuales, separados unos de otros y desplazados unos respecto a otros en el sentido del rayo principal, el gas refrigerante puede separarse entre los segmentos de espejo deflector en segmentos de corriente de gas refrigerante 41, 42, 43, 44 individuales. La división en tres segmentos de espejo, representada en la figura 4, se entiende como ejemplo, siendo posibles divisiones en más de dos, es decir, N segmentos, pudiendo ser N un número entero superior o igual a dos. Para poder garantizar al menos la misma eficiencia de refrigeración que en la disposición descrita anteriormente con sólo una o dos aberturas, la suma de los anchos de abertura b_1 , b_2 , b_3 , b_4 en la figura 4 debe ser sustancialmente igual al ancho a en la figura 1. Con este requisito resultan las mismas superficies de sección transversal para la salida de la corriente de gas refrigerante y, por tanto, sustancialmente la misma potencia de refrigeración para diferentes configuraciones. Ha resulta ser especialmente ventajoso si tanto los anchos b_1 y b_4 se mantienen lo más reducidos posible para realizar lo más corto posible el camino óptico d entre la fuente y la zona de procesamiento. Para obtener la corriente de gas refrigerante necesaria, resultan los anchos de intersticio b_2 y b_3 como desplazamiento de los segmentos de espejo deflector. Especialmente con la minimización de b_4 , tanto el elemento de disco 9 óptico como de manera correspondiente los componentes 10 recubiertos con barniz pueden acercarse más cerca de los espejos deflectores. De esta manera, se reduce el camino óptico d entre la fuente UV y los componentes, lo que conduce de manera ventajosa a una mayor intensidad de la luz UV que incide sobre estos componentes.

Esto tiene como consecuencia que manteniendo la misma dosis UV (= intensidad UV multiplicada por el tiempo de exposición) para el endurecimiento del barniz se puede reducir el tiempo de exposición, por lo que en esta disposición se consigue una mayor productividad en el proceso de exposición.

Pero la reducción de la distancia b_1 del segmento de espejo 81 con respecto a la fuente UV está sujeta a límites naturales. Con una menor distancia, una parte de la luz UV reflejada en el segmento de espejo 81 se relanza a la fuente UV y no llega de la manera deseada a la zona de procesamiento.

Una forma de realización especialmente preferible está representada en la figura 5, en la que los ángulos de inclinación α_1 , α_2 , α_3 de los segmentos de espejo deflector 81, 82, 83 individuales pueden ser diferentes. Por

consiguiente, estos ángulos pueden adaptarse individualmente a la situación. Por ejemplo, aumentando el ángulo de inclinación α_1 del segmento 81 a un valor superior a α_2 del segmento 82, que corresponda al ángulo α en la figura 1, la luz UV 61 reflejada puede ser dirigida por el segmento 81 con una mayor eficiencia a la zona de procesamiento. Igualmente, por ejemplo, el ángulo α_3 del segmento 83 puede reducirse para acercar la luz UV 63 reflejada más a la zona de la luz UV 62 del segmento 82. Mediante la adaptación de estos ángulos α_1 , α_2 , α_3 , no sólo se puede acumular más eficientemente la luz UV, sino que también se puede llevar a una zona de menor extensión geométrica, con lo que la intensidad presente en esta zona se sigue incrementando, lo que resulta ventajoso a causa de la independencia de intensidad de la dosis de endurecimiento del barniz, que se ha mencionado anteriormente. Esta acumulación de la luz UV en una zona de menor extensión corresponde a un enfoque de la luz UV a la zona de procesamiento.

En el caso del movimiento de los componentes en una trayectoria circular 102 como se indica en las figuras 1 y 4 a 7, la extensión geométrica de la zona de procesamiento útil está escalada con el radio de la trayectoria de movimiento circular. En una realización ventajosa en cuanto a la técnica mecánica, esta trayectoria de movimiento no debería realizarse más grande de lo mínimamente necesario para el tamaño del respectivo componente. Con la ayuda de las inclinaciones α_1 a α_N adecuadas de los segmentos de espejo deflector individuales con respecto al rayo principal se consigue la ventaja de que de esta manera una instalación de iluminación se puede construir de forma más pequeña geométricamente y por tanto de forma más económica.

Además, con una alta intensidad UV es posible mantener la temperatura de los componentes recubiertos de barniz por debajo de su rango de aplicación crítico, ya que la presente invención permite hacer pasar los componentes 10 muy cerca de la zona de procesamiento, con un movimiento simple o con un movimiento alterno de vaivén lineal 101 o rotatorio 102 en una trayectoria circular, durante la duración del endurecimiento.

En las formas de realización conocidas hasta ahora se suponía que los espejos deflectores están realizados en tres segmentos. Según la invención, esta división del espejo deflector puede efectuarse en al menos dos o hasta N segmentos, representando N un número entero.

A continuación, la invención se explica con un ejemplo concreto. Como fuente de radiación UV se usa una fuente FusionUV-Heraeus tipo LH10 equipada con una lámpara de descarga de gas H13plus de mercurio y haluro metálico. Esta fuente tiene una longitud L de aprox. 25 cm. La potencia de radiación total nominal es de 6 kW y requiere una corriente de gas refrigerante de como mínimo 150 L/s de aire ambiente que debe suministrarse con una sobrepresión de aprox. 2.500 Pa de la fuente UV a través de la conexión prevista para ello. Según la situación en la figura 1, esta corriente de gas refrigerante se evacúa con un flujo laminar pasando delante del espejo deflector de luz UV. Esto se consigue dimensionando el ancho de abertura de sección transversal con $a = 80$ mm, de lo que resulta una velocidad de flujo de salida del gas refrigerante de aprox. 7 m/s, con lo que alrededor de las aberturas de sección transversal se puede obtener un flujo aún laminar o un flujo ligeramente turbulento.

Los componentes se guían cíclicamente a la zona de procesamiento en una trayectoria circular con un diámetro de 220 mm, y en el punto culminante del movimiento de giro se encuentran a una distancia de 20 mm del elemento de disco 9. En estas condiciones, con un solo espejo deflector resulta una intensidad para la radiación UVA (valor medio a lo largo del rango de longitudes de onda de 320...400 nm), en el punto culminante de la trayectoria circular de 290 mW/cm² y una tasa de dosis UVA de 48 mJ/cm²/s, designando la tasa de dosis la dosis que un elemento de superficie de componente plano experimenta durante una revolución en la trayectoria circular con una velocidad de revolución de 1 rotación por segundo. Si se trabaja con una configuración similar, pero con espejos deflectores segmentados, conforme al estado de la técnica descrito anteriormente, en el que el ancho de abertura de sección transversal se mantiene igual con $a = 80$ mm, se puede conseguir una intensidad UVA en el punto culminante de 390 mW/cm² y una tasa de dosis UVA para el movimiento de rotación de los componentes de 58 mJ/cm²/s. La longitud del camino óptico d del rayo principal, desde la lámpara de descarga de gas hasta el punto culminante del movimiento de rotación de los componentes, con un ancho total del espejo deflector de 175 mm, es de aprox. $d = 285$ mm en ambos casos.

En la configuración según la invención conforme a la figura 5, se eligen las magnitudes de distancia $b_1 = 5$ mm, $b_2 = 30$ mm, $b_3 = 40$ mm y $b_4 = 5$ mm, de manera que en total $b_1+b_2+b_3+b_4 = 80$ resulta $a = 80$ mm como en los casos representados anteriormente. Por lo tanto, el camino óptico d del rayo principal baja de 285 mm a 250 mm, es decir que el camino óptico se reduce en 35 mm. Los ángulos de los espejos deflectores se adaptan según la invención de tal forma que se consigue la máxima intensidad de luz UV en la zona de procesamiento. En el presente ejemplo se eligieron $\alpha_1 = 60^\circ$, $\alpha_2 = 45^\circ$ y $\alpha_3 = 25^\circ$. Con esta disposición, en el punto culminante se consigue una intensidad UVA de aprox. 510 mW/cm² y una tasa de dosis para el movimiento giratorio cíclico de los componentes de 72 mJ/cm²/s, es decir, un incremento de 30% de la intensidad y de 24% de la tasa de dosis con respecto al caso del espejo deflector segmentado, pero continuo. Estas mejoras se consiguen especialmente mediante la sola separación y orientación de los segmentos de espejo deflector, manteniendo igual la potencia de la fuente UV.

Con este camino óptico reducido en esta configuración, ahora los rayos de luz pueden incidir por vía directa desde la lámpara UV sobre los componentes que han de ser expuestos en la zona de procesamiento. Dado que en estos rayos de luz no se realiza ninguna supresión de la radiación VIS e IR, conducen a un calentamiento más fuerte de los componentes. La tasa de dosis de radiación VIS e IR irradiada sobre los componentes por cada ciclo de rotación asciende en el caso representado a aprox. 60 mJ/cm²/s, mientras que para el caso correspondiente del estado de la técnica con un espejo deflector segmentado, continuo, este valor asciende sólo a 27 mJ/cm²/s. La luz VIS e IR aumenta a más del doble en esta configuración con el menor camino óptico y con una irradiación VIS e IR en parte directa, mientras que la radiación UV deseada aumenta un 24% en la tasa de dosis.

Otra forma de realización está representada en la figura 6. En comparación con las figuras 3 o 5, el eje de rotación del movimiento de componentes con respecto a la fuente UV está desplazado de tal forma que ya no pueden llegar rayos de luz directamente de la lámpara UV a los componentes. Al mismo tiempo, los espejos deflectores de luz UV están dispuestos en un ángulo $<45^\circ$ con respecto al rayo principal, por lo que, en el presente caso, se consigue una tasa de dosis UVA de aprox. $62 \text{ mJ/cm}^2/\text{s}$, con una tasa de dosis VIS e IR de $31 \text{ mJ/cm}^2/\text{s}$, lo que es aproximadamente igual que en el caso del espejo segmentado y continuo. Por lo tanto, se consigue un incremento de la tasa de dosis UV con respecto al estado de la técnica con espejos deflectores de luz UV segmentados continuos, que sin embargo es inferior a la tasa de dosis UVA con espejos deflectores de luz UV separados como están representados en la figura 5.

Alternativamente, en lugar de un posicionamiento del eje de rotación de los sustratos más cerca de la fuente UV se puede efectuar una inclinación de la fuente UV, de tal forma que quede inclinada en sentido opuesto a los sustratos y, por tanto, la carcasa de la fuente UV apantalle la radiación directa de la fuente UV hacia el sustrato y, por consiguiente, los sustratos ya sólo sean expuestos a la radiación relegada por el elemento reflector 2 y/o por los elementos de espejo divididos.

Otro ejemplo de realización se ilustra con la ayuda de la figura 7. Si conforme a la configuración de la figura 5, un elemento de pantalla 21 con una longitud de 25 mm se introduce por el extremo inferior del elemento reflector 2, que bloquea todos los rayos directos de la lámpara UV hacia los componentes en la zona de procesamiento, puede eliminarse la carga térmica por luz VIS e IR irradiada directamente. Al igual que el elemento reflector 2, el elemento de pantalla 21 puede estar recubierto para aumentar la reflexión UV, pero para la radiación VIS e IR, el elemento de pantalla debe ser impermeable obligatoriamente. El bloqueo de luz UV que siendo reflejada por el dispositivo de endurecimiento UV debería incidir en la zona de procesamiento, el cual se produce de forma no deseada con este elemento de pantalla, es relativamente reducido. Con una tasa de dosis UVA de $69 \text{ mJ/cm}^2/\text{s}$, esta disminuye sólo en aprox. 3% en comparación con la disposición en la figura 5, mientras que la parte VIS e IR con $32 \text{ mJ/cm}^2/\text{s}$ se reduce casi al valor de $27 \text{ mJ/cm}^2/\text{s}$ que resulta también con el estado de la técnica con espejos deflectores de luz UV segmentados continuos. Por lo tanto, en la configuración representada en la figura 7, en el presente caso se puede conseguir un incremento de la tasa de dosis UVA de aprox. 19%, manteniéndose igual que en el caso de los espejos deflectores de luz UV segmentados continuos la parte relativa de la luz VIS e IR con respecto a la luz UV.

En la tabla 1 están resumidos los datos indicados de la intensidad UVA, la tasa de dosis UVA así como las tasas de dosis correspondientes para la luz VIS e IR irradiada para los casos representados aquí en las figuras 1, 5, 6 y 7. Como valor de referencia del 100% para las comparaciones de la intensidad UVA y la tasa de dosis UVA se supuso el caso del espejo deflector de luz UV segmentado continuo, correspondiente al estado de la técnica.

Un movimiento lineal de los componentes a través de la zona de procesamiento es posible en todas las formas de realización mencionadas anteriormente, estando expuestos los componentes en las configuraciones de las figuras 5, 6 y 7 ligeramente a la irradiación directa de la lámpara UV. Una supresión total frecuentemente no es necesaria en la aplicación real y este efecto puede compensarse desde el punto de vista económico fácilmente mediante la tasa de dosis UV mejorada así como la posibilidad de una refrigeración adicional del sustrato por la disposición espacial, y por tanto, unos ciclos de exposición más cortos.

Mediante el dispositivo de endurecimiento según la invención con segmentos de espejo dispuestos de forma separada entre sí, se consigue, además de la reducción del camino óptico d y, por consiguiente, el incremento la intensidad por superficie en el componente, un flujo de salida óptimo del gas refrigerante. La optimización según la invención del dispositivo de exposición permite además un incremento anteriormente imposible de la potencia de la fuente UV, sin arriesgar una influencia negativa en los sustratos recubiertos con barniz, lo que corresponde a un incremento de la eficiencia total de la intensidad UV en la zona de endurecimiento. Visto de lado, es decir, paralelamente al rayo principal, los distintos elementos de espejo separados unos de otros pueden estar desplazados de tal forma que el canto superior de un elemento de espejo sobresalga con respecto al canto inferior del elemento de espejo contiguo, lo que, visto desde la fuente UV, se percibe como superficie de espejo "opaca" y, por tanto, continua, por lo que se evita una pérdida de intensidad de la radiación UV.

Se ha presentado un dispositivo de endurecimiento para componentes 10 recubiertos con un barniz 11 endurecible, que comprende al menos una fuente de radiación 1, al menos un elemento reflector 2 que envuelve la fuente de radiación, al menos dos elementos de espejo dicroicos divididos, opuestos a la fuente de radiación, que transmiten mayoritariamente la parte VIS e IR de la fuente de radiación y la mantienen alejada de una zona de procesamiento y al mismo tiempo reflejan la parte UV de la fuente de radiación en dirección hacia una zona de procesamiento, al menos un elemento de disco 9 que separa la corriente de gas refrigerante en el dispositivo de exposición con respecto a la zona de procesamiento, caracterizándose porque los al menos dos elementos de espejo dicroicos están dispuestos de tal forma que están separados uno de otro y desplazados uno respecto a otro en sentido del rayo principal y por tanto, estando deslizados paralelamente con respecto al rayo principal, son opacos con respecto al rayo principal, de manera que a través de las aberturas originadas puede salir gas refrigerante, pero sin que se produzca una pérdida de intensidad de la radiación UV.

En una forma de realización preferible, los al menos dos elementos de espejo dicroicos separados están inclinados uno respecto a otro respectivamente en ángulos α_1 a α_N entre la normal de espejo y el sentido de radiación principal de la fuente UV, de tal forma que la radiación UV se reúne en la zona de procesamiento.

En una forma de realización preferible, los ángulos α_1 a α_N de los elementos de espejo deflector se diferencian de tal manera que el mayor ángulo α_1 es adoptado por el elemento de espejo que más cerca se encuentra del elemento reflector 2, y los ángulos de los demás elementos de espejo son inferiores a α_1 , y el ángulo del segmento de espejo que más cerca se encuentra del elemento de disco 9 es α_N y representa el menor de los ángulos α_1 a α_N .

	En una forma de realización preferible del dispositivo de endurecimiento se disponen elementos reflectores 18 lateralmente en el dispositivo de exposición a través de la altura total desde el canto superior de los al menos dos elementos de espejo hasta el elemento de disco 9.	
5	En una forma de realización preferible, la fuente UV y los al menos dos elementos de espejo dicróicos divididos se disponen de tal forma que tanto la radiación directa como la radiación reflejada se dirigen a la zona de procesamiento.	
	En una forma de realización preferible, a la zona de procesamiento se dirige exclusivamente radiación reflejada. En una forma de realización preferible, la fuente UV está inclinada de tal forma que no incide radiación directa en la zona de procesamiento.	
10	En una forma de realización preferible, de entre todas las aberturas con los anchos de sección transversal b1 a bN, que se encuentran entre los distintos elementos de espejo, así como entre el elemento de espejo, que más cerca está dispuesto del elemento reflector, y el elemento reflector 2, así como entre aquel elemento de espejo, que más cerca está dispuesto del elemento de disco 9, y el elemento de disco 9, la que adopta el menor ancho de sección transversal bN es la abertura entre el elemento de disco 9 y el elemento de espejo más próximo.	
15	Además, se presentó un procedimiento para el endurecimiento de sustratos recubiertos con barniz, que usa un dispositivo de endurecimiento en el que la evacuación de gas refrigerante se realiza a través de aberturas entre los elementos de espejo tal como se ha descrito anteriormente, y se realiza un incremento de la intensidad UV en la zona de procesamiento mediante la reducción del camino óptico <i>d</i> desde la fuente hasta la superficie del sustrato recubierto mediante un número adecuada y una disposición adecuada de los elementos de espejo en cuanto a la distancia, al ángulo y similares. En una forma de realización preferible, adicionalmente a la refrigeración del dispositivo de exposición se produce una refrigeración separada de los componentes barnizados, por medio de gas refrigerante.	
	Lámpara de descarga de gas:	1
25	Reflector de lámpara:	2
	Suministro de gas refrigerante:	30
	Corriente de gas refrigerante:	31
	Corriente / corrientes de salida de gas refrigerante:	4, 41, 42, 43, 44
30	Radiación emitida de la fuente UV:	5, 51, 52, 53, 54
	Radiación (principalmente UV) reflejada por espejos deflectores de luz UV:	6, 61, 62, 63
	Radiación (principalmente VIS e IR) transmitida por espejos deflectores de luz UV:	7, 71, 72, 73
35	Espejos deflectores, segmentos de espejo deflector:	8, 81, 82, 83
	Elemento de disco óptico para la separación de la corriente de gas refrigerante:	9
	Componentes:	10
40	Recubrimiento de barniz de los componentes:	11
	Movimiento lineal de los componentes:	101
	Movimiento rotatorio de los componentes:	102
	Pantalla	21
	Elemento reflector lateral	18
45	Distribución de intensidad UV sin elementos reflectores laterales	181
	Distribución de intensidad UV con elementos reflectores laterales	182
	Ancho de sección transversal de abertura respectivamente:	
	- entre el elemento de disco 9 y el espejo deflector 8:	<i>a</i>
	- entre el elemento reflector 2 y el espejo deflector 81:	<i>b1</i>
50	- entre los espejos deflectores 81 a 82 y 82 a 83:	<i>b2, b3</i>
	- entre el elemento de disco 9 y el espejo deflector 83:	<i>b4</i>
	Ángulo de la normal de superficie del espejo deflector 8 con respecto al eje del rayo principal de la fuente UV:	<i>α</i>
	Ángulo de la normal de superficie de los segmentos de espejo deflector 81, 82, 83 con respecto al eje del rayo principal de la fuente UV	<i>α1 α2, α3</i>
55	Longitud del dispositivo de exposición:	<i>L</i>
	Camino óptico del rayo principal desde la fuente UV hasta la superficie del componente 10:	

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de endurecimiento para componentes (10) recubiertos con un barniz (11) endurecible, que comprende al menos una fuente de radiación (1), al menos un elemento reflector (2) que envuelve la fuente de radiación, al menos dos elementos de espejo dicroicos divididos, opuestos a la fuente de radiación, que transmiten la mayor parte VIS e IR de la fuente de radiación y la mantienen alejada de una zona de procesamiento y al mismo tiempo reflejan la parte UV de la fuente de radiación en dirección hacia una zona de procesamiento, al menos un elemento de disco (9) óptico que separa la corriente de gas refrigerante en el dispositivo de exposición de la zona de procesamiento, caracterizado por que los al menos dos elementos de espejo dicroicos están dispuestos de tal forma:
 - que están separados uno de otro y desplazados uno respecto a otro en el sentido del rayo principal
 - y que están desplazados paralelamente con respecto al rayo principal y, por tanto, son opacos con respecto al rayo principal,
 - de manera que por las aberturas originadas puede salir gas refrigerante, pero sin que se produzca una pérdida de intensidad de la radiación UV.
2. Dispositivo de endurecimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que los al menos dos elementos de espejo dicroicos divididos están inclinados uno respecto a otro alrededor de respectivos ángulos α_1 a α_N entre la normal del espejo y el sentido del rayo principal de la fuente UV, de tal forma que la radiación UV se reúne en la zona de procesamiento.
3. Dispositivo de endurecimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que los ángulos α_1 a α_N de los espejos deflectores de luz UV difieren de tal forma que el mayor ángulo α_1 es adoptado por el elemento de espejo que más cerca se encuentra del elemento reflector (2), y los ángulos de los demás elementos de espejo son menores que α_1 , y el ángulo del segmento de espejo que más cerca se encuentra del elemento de disco (9) es α_N y representa el menor de los ángulos α_1 a α_N .
4. Dispositivo de endurecimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que elementos reflectores (18) están dispuestos lateralmente en el dispositivo de iluminación, a través de la altura completa, desde el canto superior de los al menos dos elementos de espejo hasta el elemento de disco (9).
5. Dispositivo de endurecimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la disposición de la fuente UV y los al menos dos elementos de espejo dicroicos divididos dirige a la zona de procesamiento tanto radiación directa como radiación reflejada.
6. Dispositivo de endurecimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que a la zona de procesamiento se dirige exclusivamente radiación reflejada.
7. Dispositivo de endurecimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la fuente UV está inclinada de tal forma que en la zona de procesamiento no incide radiación directa.
8. Dispositivo de endurecimiento según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que de entre todas las aberturas con los anchos de sección transversal (b_1) a (b_N) que se encuentran
 - entre los elementos de espejo individuales, así como
 - entre el elemento de espejo, que más cerca está dispuesto del elemento reflector, y el elemento reflector (2) así como
 - entre aquel elemento de espejo, que más cerca está dispuesto del elemento de disco (9), y el elemento de disco (9),
 - el menor ancho de sección transversal b_N está entre el elemento de espejo (9) y el elemento de espejo más próximo.
9. Procedimiento que para el endurecimiento de sustratos recubiertos con barniz usa un dispositivo de endurecimiento según una o varias de las reivindicaciones anteriores.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la intensidad UV en la zona de procesamiento se incrementa mediante la reducción del camino de luz d desde la fuente hasta la superficie del sustrato recubierto.
11. Procedimiento según la reivindicación 10 o 9, caracterizado por que se realiza una refrigeración separada de los componentes barnizados, por medio de gas refrigerante.

Figura 1

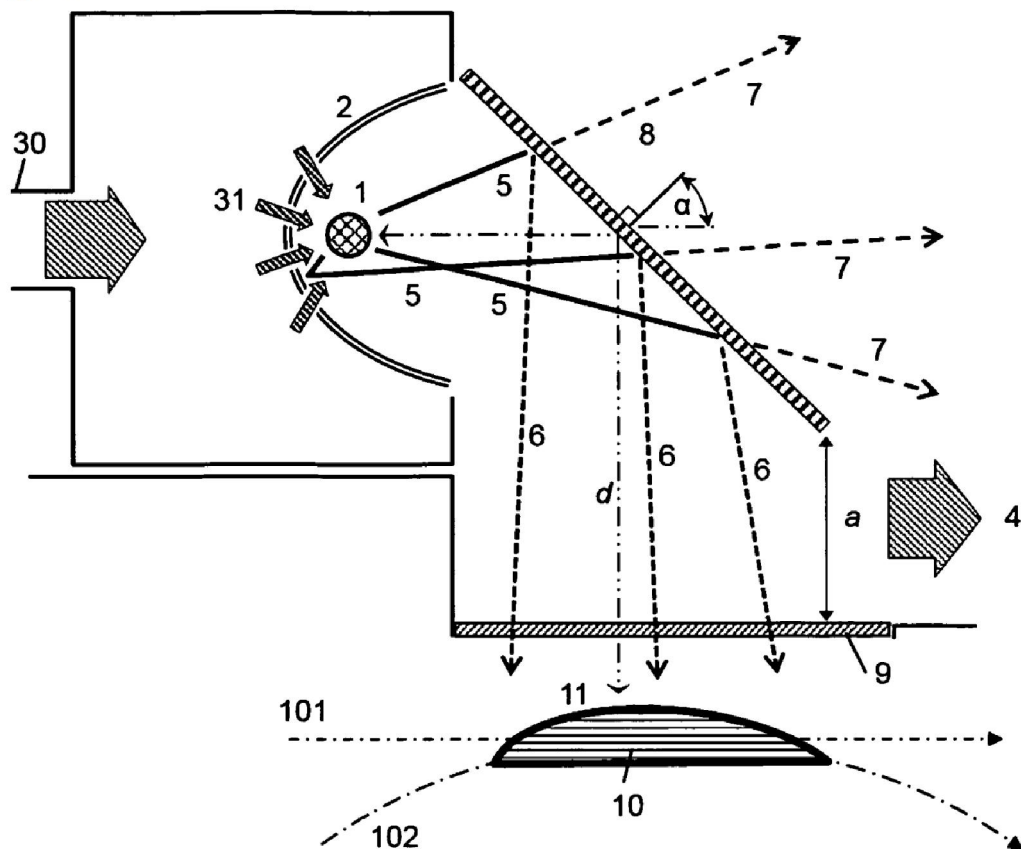


Figura 2

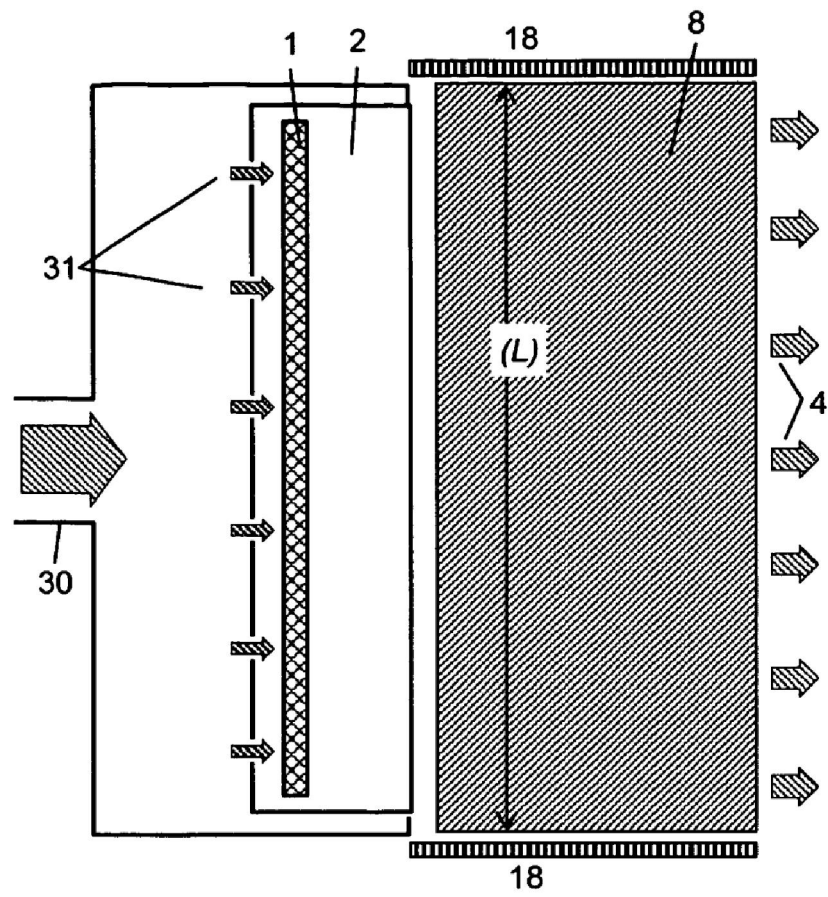


Figura 3

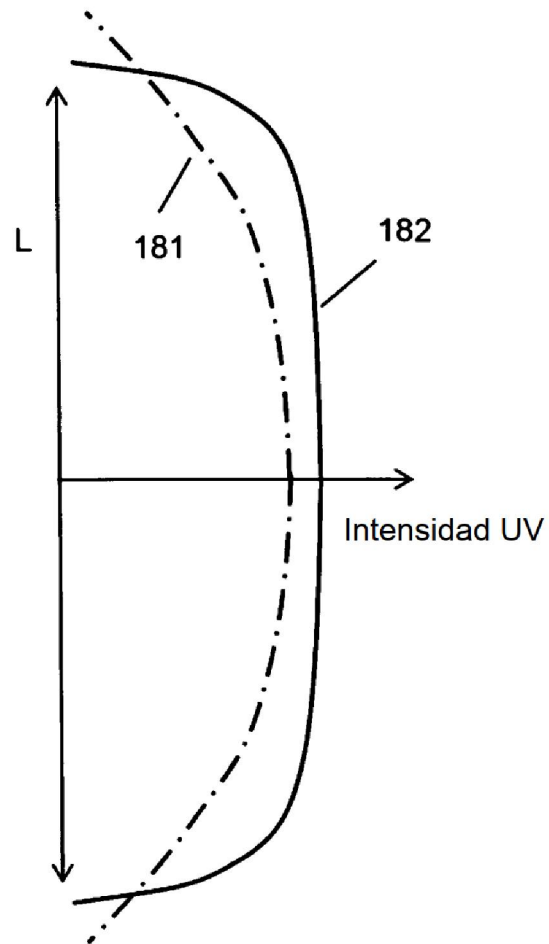


Figura 4

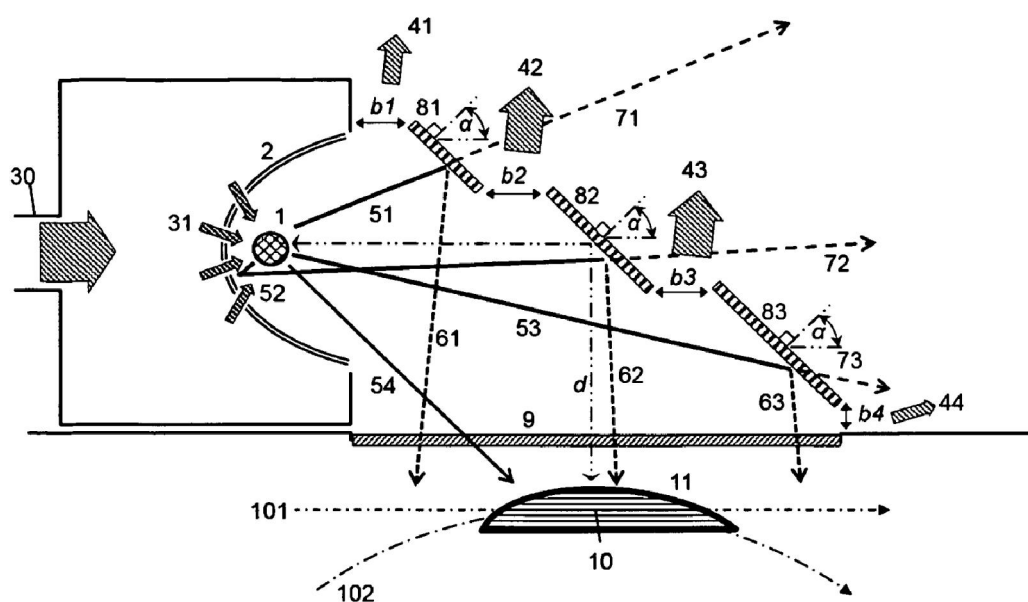


Figura 5

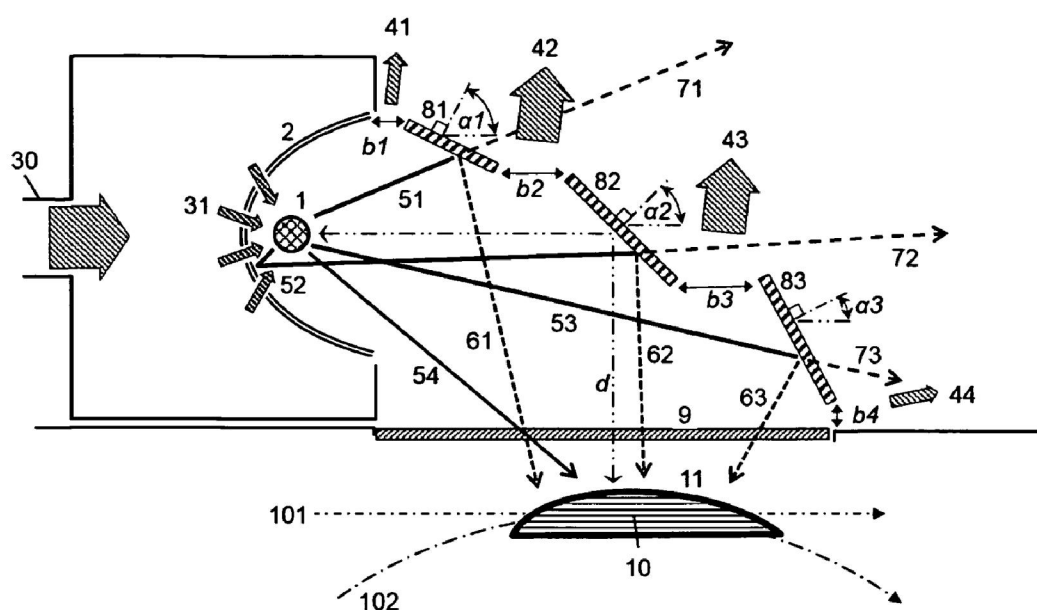


Figura 6

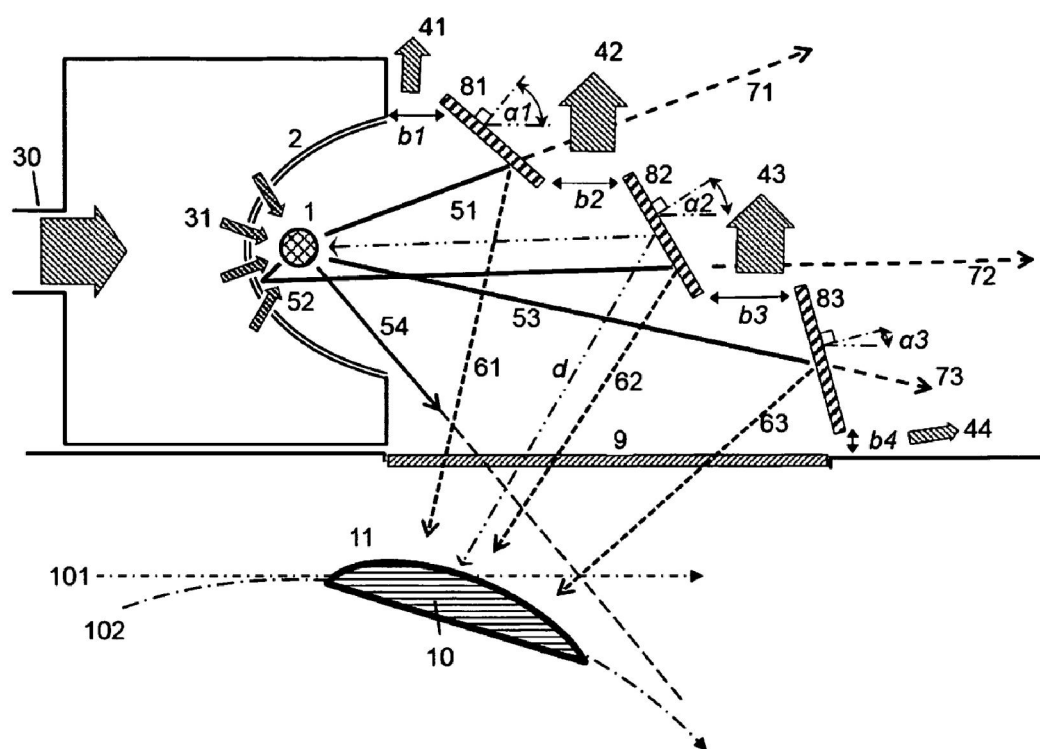


Figura 7

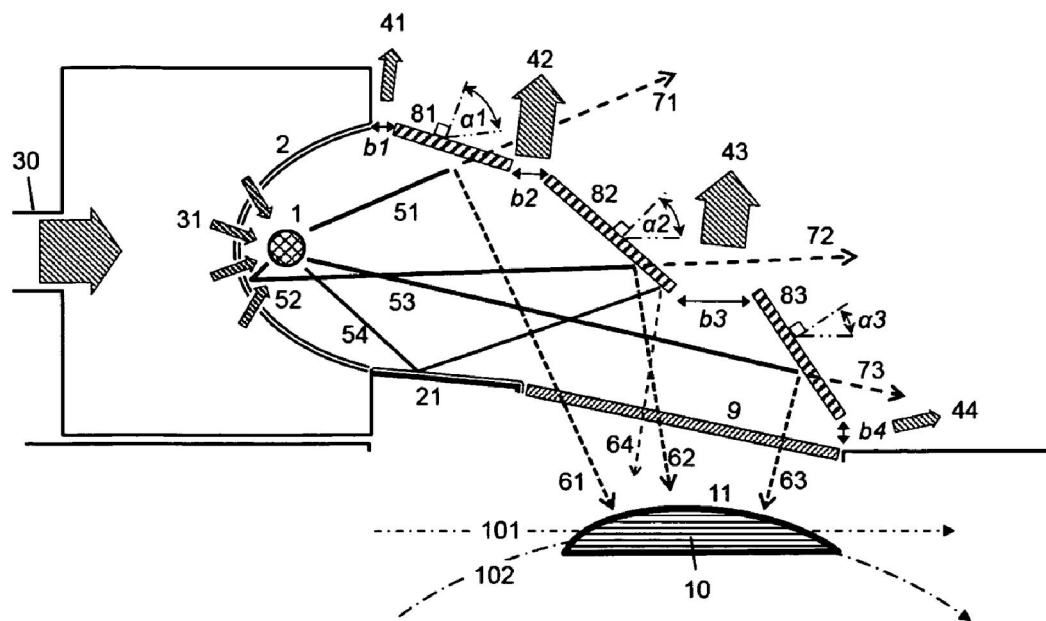


Tabla 1

Configuración espejo deflector de luz UV	Intensidad UVA (punto culminante) [mW/cm ²]	Tasa de dosis UVA [mJ/cm ² /s]	Tasa de dosis VIS e IR [mJ/cm ² /s]
plano, 1 segmento (figura 1)	290 (74%)	48 (83%)	20 (74%)
Segmentos continuos	390 (100%)	58 (100%)	27 (100%)
Segmentos separados (figura 5)	510 (131%)	72 (124%)	60 (222%)
Segmentos separados, eje de rotación de componente desplazado (figura 6)	420 (108%)	62 (107%)	31 (115%)
Segmentos separados, con elemento de pantalla 21 (figura 7)	500 (128%)	69 (119%)	32 (119%)