



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 429**

51 Int. Cl.:
B23K 26/40 (2006.01)
B32B 3/10 (2006.01)
B23K 26/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00957250 .4**
96 Fecha de presentación : **14.07.2000**
97 Número de publicación de la solicitud: **1214171**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.06.2002**

54

Título: **Control del proceso de ablación con láser excimer de materiales multilaminados.**

30

Prioridad: **14.07.1999 US 353125**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.06.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.06.2011

73

Titular/es: **ARADIGM CORPORATION**
3929 Point Eden Way
Hayward, California 94545, US

72

Inventor/es: **Beste, Russell, D.**

74

Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 360 429 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

Control del proceso de ablación con láser excimer de materiales multilaminados

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un proceso para la ablación de pequeños orificios en capas múltiples de material y, particularmente, a un método para prevenir la deformación de una capa de material en la que se perforan orificios mediante un láser excimer.

10

Antecedentes de la invención

El uso del diseño por ablación de diversos materiales poliméricos, por ejemplo, poliimidadas, es conocido. La Patente de Estados Unidos N° 4.508.749, por ejemplo, describe el uso de radiación ultravioleta (U.V.) para grabar a través de una capa de poliimida. Esta patente está dirigida principalmente a producir aberturas ahusadas a través de una capa de poliimida para exponer áreas superficiales de una capa de metal subyacente. A continuación se realizan conexiones eléctricas a la capa de metal a través de las aberturas. La Patente de Estados Unidos N° 5.236.551 describe, así mismo, el grabado por ablación para diseñar una capa de material polimérico, que se usa después como máscara de grabado para el diseño por grabado, usando grabadores húmedos o químicos, de una capa de metal subyacente.

20

En un proceso de ablación típico, un rayo de energía láser se dirige contra una superficie expuesta del cuerpo que va a ser sujeto de la ablación. La energía láser es absorbida por el material y, como resultado de los efectos fotoquímicos, térmicos y otros, ocurren explosiones localizadas del material, que repelen pequeños fragmentos del material con cada explosión. El proceso requiere la absorción y retención de cantidades significativas de energía dentro de los pequeños volúmenes del material hasta que se acumula suficiente energía en cada pequeño volumen y se excede el umbral de densidad de energía en el que ocurren las explosiones.

25

Los materiales poliméricos, tales como poliimidadas, son muy adecuados para su uso en el proceso porque dichos materiales tienen una alta absorptividad para la luz U.V, mientras que tienen una difusión térmica relativamente baja para limitar la dispersión de la energía absorbida lejos del volumen donde se absorbió la energía. Por lo tanto, el nivel de energía crece rápidamente por encima del umbral de densidad de energía requerido.

30

Cuando se usa un láser excimer, debido a los requisitos excepcionales de enfoque óptico del láser excimer, es importante para el proceso de fabricación, que el material que va a ser sujeto de ablación sea plano, con una rugosidad típica de pico a pico menor de aproximadamente 20 micrómetros, es decir, ± 10 micrómetros para una operación de ablación específica. Esta y otras necesidades se tratarán por la presente invención.

35

El documento EP-A-0 533 198 describe un sustrato impreso flexible, que comprende una capa de resina aislante constituida por una capa de resina de poliimida de expansión lineal baja, y una capa de resina de poliimida termoplástica. Esta capa de resina aislante se proporciona sobre una capa de metal. El metal se retira de manera selectiva de la capa de metal a fin de diseñar la capa de metal para formar un circuito de cableado. Los coeficientes de expansión lineal de las diversas capas pueden escogerse a fin de reducir los problemas de que el diseño del circuito se perturbe por la contracción térmica y el enroscado después del grabado.

40

45

El documento US-A-5 759 331 (mejor estado de la técnica) describe un método para fabricar un componente cerámico multi-capas con el espacio entre capas conductoras relleno a través de orificios, que comprende las etapas de:

- (a) depositar una suspensión de un material cerámico sobre una cinta transportadora de plástico;
- (b) secar la suspensión para formar una capa de cerámica sobre la cinta transportadora de plástico;
- (c) aplicar un primer rayo láser a la capa de cerámica hasta que se forma un primer orificio con un diámetro predeterminado en la capa de cerámica, y
- (d) aplicar un segundo rayo láser a la cinta transportadora de plástico en un área adyacente al primer orificio en la capa cerámica, hasta que se forma un segundo orificio con un segundo diámetro predeterminado, más pequeño que el primer diámetro determinado, en la cinta transportadora de plástico, estando el segundo orificio en comunicación con el primer orificio.

55

60 **Sumario de la invención**

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para la ablación de orificios en un material laminado, comprendiendo el método:

5 laminar una primera capa a una segunda capa, en el que dichas primera y segunda capas tienen diferentes coeficientes de expansión térmica, y en el que dicha segunda capa tiene un orificio interno, de manera que cuando se forma el sustrato laminado, una región de la primera capa alineada con dicho orificio, no está laminada con la segunda capa y esta rodeada de regiones laminadas; y
 10 dirigir pulsaciones de energía láser hacia dicha región de dicha primera capa alineada con dicho orificio, a fin de formar orificios en dicho primer láser.

15 En las realizaciones preferidas descritas e ilustradas en lo sucesivo en este documento, se realizan orificios mediante ablación a través de una película fina usando un láser. Un método preferido implica situar la película fina en condiciones tales que hagan que esté bajo tensión a fin de quitar las arrugas que puedan encontrarse en la película, orientando de este modo sustancialmente la superficie de la película en un plano único para permitir la ablación precisa y exacta de múltiples orificios en la película simultáneamente, mediante la aplicación de energía láser sobre esta.

20 En un ejemplo, una capa fina se lamina con una capa adicional para formar un laminado en condiciones que comprenden una primera temperatura, y a continuación, se dirigen pulsaciones de energía láser hacia el laminado, en condiciones que comprenden una segunda temperatura, de una forma que de como resultado la perforación de orificios en la capa fina. La primera temperatura es diferente de la segunda temperatura, y la capa fina tiene un coeficiente de expansión térmica diferente del coeficiente de expansión térmica de la capa adicional, de manera que después del laminado a la primera temperatura, la capa adicional pone la capa fina bajo tensión a la segunda temperatura. La primera temperatura es mayor que la segunda temperatura cuando el coeficiente de expansión térmica de la capa adicional es menor que el de la capa fina, y viceversa.

25 La capa fina, preferiblemente, comprende una poliimida, mientras que la capa adicional puede estar hecha de diversos materiales diferentes. Sin embargo, los principios de la presente invención se aplican de igual manera a capas finas distintas de poliimida.

30 Cuando la segunda temperatura es mayor que la primera, la segunda temperatura puede alcanzarse, al menos parcialmente, mediante la absorción de energía láser por la capa adicional. El calentamiento o enfriamiento durante el proceso de ablación puede alcanzarse o complementarse mediante el calentamiento o enfriamiento de un montaje de ablación, que conecta con el laminado durante el proceso de ablación.

35 Se proporciona un método para preparar un material laminado para ablación láser, que incluye laminar una primera capa a una segunda capa, en el que la primera y segunda capas tienen coeficientes de expansión térmica diferentes, y en el que la segunda capa tiene un orificio interno, de manera que cuando se forma el sustrato laminado, una región de la primera capa alineada con el orificio, no se lamina a la segunda capa, y está rodeada de regiones laminadas.

40 Se proporciona un material laminado, que incluye la primera y segunda capas, en el que la primera y segunda capas tienen coeficientes de expansión térmica diferentes, y en el que la segunda capa tiene un orificio interno, de manera que una región de la primera capa alineada con dicho orificio no está laminada a la segunda capa, y está rodeada de regiones laminadas.

45 **Descripción de las figuras**

La Figura 1 en una vista desde arriba que muestra, de manera esquemática, una tira de suministro de fármaco o forma de dosificación para su uso en un dispositivo de inhalación.

La Figura 2 es una vista longitudinal en sección de la Figura 1.

50 La Figura 3 es una vista parcial lateral de un ejemplo de un laminado de tapa de boquilla, antes del procedimiento de perforación, de acuerdo con la presente invención.

La Figura 4 es una vista en sección de la Figura 3, que muestra, de manera esquemática, la formación o perforación de los orificios a través de la capa de la boquilla.

55 La Figura 5 es una vista esquemática de un montaje, que incluye un láser, una máscara, objetivo y diana usados en el proceso de ablación, de acuerdo con la presente invención.

La Figura 6 es una vista esquemática de una muestra representativa de una capa fina que tiene arrugas.

La Figura 7 es un dibujo esquemático de un laminado de tapa de boquilla, sostenido mediante un montaje de ablación, como preparación para la ablación.

60 **Descripción detallada de la invención**

Antes de describir el presente método de control del proceso de ablación con láser, se debe entender que esta invención no se limita a la metodología, dispositivos y formulaciones particulares descritas, ya que tales métodos, dispositivos y formulaciones pueden variar, por supuesto. También se debe entender que la terminología usada en

este documento es para el fin de describir únicamente realizaciones particulares, y no se pretende limitar el alcance de la presente invención, que será limitado únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

5 Debe observarse que, como se usa en este documento y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una" y "el", "la", incluyen referentes plurales a menos que el contexto dicte claramente lo contrario. De esta manera, por ejemplo, la referencia a "una formulación", incluye mezclas de diversas formulaciones, la referencia a "un análogo", se refiere a uno o una mezcla de análogos y, la referencia al "método de tratamiento", incluye la referencia a etapas y métodos equivalente conocidos por los expertos en la materia, y así sucesivamente.

10 A menos que se defina de otra manera, todos los términos técnicos y científicos usados en adelante tienen un significado igual al entendido comúnmente por un no experto en la materia a la que pertenece esta invención. Aunque puede usarse cualquier método, dispositivo y material similares o equivalentes a aquellos descritos en este documento en la práctica o comprobación de la invención, el método, dispositivos y materiales preferidos se describirán a continuación.

15 La ablación con láser excimer permite la perforación precisa y/o los procesos de ablación a menos de un micrómetro. Para ser de utilidad, sin embargo, muchos de dichos dispositivos sujetos a ablación deben estar laminados a otros materiales poliméricos, tanto por razones estructurales como funcionales. Ya que el proceso de ablación es a menudo muy preciso, es útil en muchos casos, desde un punto de vista de fabricación, someter el polímero a un proceso de ablación después del proceso de laminación. Adicionalmente, debido a los requisitos de enfoque óptico únicos del láser excimer, es importante para el proceso de fabricación que el material que se va a someter a ablación sea plano, con una rugosidad típica de pico a pico de menos de aproximadamente 20 micrómetros, es decir, ± 10 micrómetros para una operación específica de ablación.

25 Un material escogido típicamente para ablación con láser excimer es poliimida. Sin embargo, el coeficiente de expansión térmica de la poliimida es de aproximadamente 5×10^{-6} cm/cm/ °C, caracterizado por tener el coeficiente de expansión térmica más bajo de los polímeros más comúnmente usados. Ya que la poliimida tiene el coeficiente de expansión más bajo de los polímeros más comúnmente usados, mantener el requisito de planicidad durante un proceso de ablación puede ser muy difícil, debido a que cualquier cambio de temperatura puede hacer que los materiales (por ejemplo, el componente de poliimida del multilaminado) estén bajo compresión. Adicionalmente, y posiblemente una incidencia más común, es que la capa de poliimida puede arrugarse durante el proceso de laminado, antes del tratamiento con láser excimer. En estos escenarios, no se mantiene la planicidad de la superficie y el proceso de perforación se vuelve impreciso. A fin de mantener la planicidad de la superficie para la operación de ablación, es deseable que el material sujeto a la ablación esté bajo una tensión superficial respecto a su capa de laminado.

35 La presente invención trata este problema en un método que comprende proporcionar un material laminado que comprende una primera y segunda capas, en el que la primera y segunda capas tienen coeficientes de expansión térmica diferentes. Refiriéndose ahora a las figuras, se describe un ejemplo de la presente invención con aplicación a la formación de una porción de boquilla de un dispositivo de inhalación. Sin embargo, debe observarse que la presente invención, por supuesto, no se limita a esta aplicación particular, que es meramente un ejemplo específico de cómo se pueden usar el proceso y los materiales inventivos.

45 En referencia a la Figura 1, se muestra una vista desde arriba de una tira de suministro de fármaco o forma de dosificación 10, para su uso en un dispositivo de inhalación. La forma de dosificación 10 incluye un laminado de tapa de boquilla 30, que es un laminado de una capa de tapa 12 (véase la Figura 2), tal como una tira metálica, por ejemplo, de aluminio, u otra capa relativamente gruesa, que proporciona apoyo estructural, y una capa de boquilla 14 en la que se forma la boquilla 16. El laminado de tapa de boquilla 30 se lamina adicionalmente a una capa de ampolla 22 para proporcionar almacenamiento o capacidad para dispensar el suministro líquido de un fármaco. Un canal 24 interconecta el pocillo 18 con la boquilla 16, y se forma preferiblemente en la capa de ampolla 22.

50 La capa de ampolla 22 puede fabricarse de ACLAR® (un compuesto de policloro trifluoretileno disponible en Allied Signal), y el pocillo 18 se forma durante un proceso de deformación de la capa 22. El canal 24 puede deformarse o grabarse o formarse mecánicamente de otra manera en la película 22.

55 El laminado de la tapa de boquilla 30, en un ejemplo, se forma de una capa superior o capa de boquilla 14 que comprende KAPTON® (una película de poliimida disponible en DuPont), que está laminada a una capa de tapa 12 que, en este caso, comprende aluminio, aunque se podrían usar otros materiales como se ha analizado anteriormente y se analizará en adelante. Como se analizó anteriormente, el proceso de laminación en sí mismo puede causar algún arrugado de la capa de boquilla 14, ya que esta está laminada a la capa de tapa 12, que es uno de los fenómenos que esta invención está diseñada para tratar.

60 La Figura 3 es una vista lateral parcial de un ejemplo de un laminado de tapa de boquilla, anterior a un procedimiento de perforación, de acuerdo con la presente invención. La capa de tapa 12 está provista de un orificio

26 que, tras la interconexión de las capas de la tapa y la boquilla, delinea el área en la que la boquilla 16 se formará en la capa de boquilla 14. La capa de boquilla 14 está provista de un adhesivo sensible a la presión (PSA) en la superficie que interconecta con la capa de tapa 12 y adhiere las dos capas juntas para formar el laminado.

5 La Figura 4 es una vista en sección de la Figura 3, que muestra esquemáticamente la formación o perforación de orificios 20 a través de la capa de boquilla 14. Para simplificar, solo se muestran tres orificios en esta vista, cuando realmente se perfora simultáneamente una serie de cientos de orificios 20, de acuerdo con la presente invención. Como se muestra esquemáticamente en la Figura 5, se forma una máscara 50 con una pluralidad de orificios pasantes 52, que también están dispuestos en una serie, con la intención de que se formen sobre la boquilla. El tamaño de los orificios 52 se corresponde con el tamaño de los orificios 20 que se van a formar en la boquilla. Un láser excimer 40 dirige un rayo de luz que tiene una sección transversal rectangular, por ejemplo, perpendicular a la máscara 50. La máscara únicamente permite que los rayos de luz 54 atraviesen los orificios 52, que están dispuestos en el orden deseado. A continuación se coliman los rayos de luz 54 a través de una lente objetivo 60 y se enfocan en la capa de boquilla 14 en el área deseada de la boquilla 16.

15 El proceso de ablación con láser excimer permite los procesos de perforación y/o ablación exacta a menos de un micrómetro, como se ha descrito anteriormente. A fin de ser útil, la capa de boquilla 14 debe ser sustancialmente plana, con una rugosidad típica de pico a pico de menos de aproximadamente 20 micrómetros, es decir, ± 10 micrómetros, para una operación de ablación específica. Asumiendo que la capa de boquilla es sustancialmente plana, a continuación el progreso del proceso de perforación se muestra esquemáticamente en la Figura 4. Es decir, los rayos de luz 54 se enfocan hacia un plano focal que debe coincidir con el material que será objeto de la ablación, es decir, la superficie de la capa de la boquilla 14. El láser opera bajo una frecuencia de pulso, por ejemplo, 300 Hz. Con cada activación o pulsación del láser 40, los rayos de luz 54 graban una porción de la capa de polímero que absorbe la energía de los rayos de luz y es objeto de la ablación. Por lo tanto, por ejemplo, la primera pulsación realiza una ablación de una profundidad 20', la siguiente pulsación a una profundidad 20'', y así sucesivamente, hasta que se han aplicado pulsaciones suficientes para realizar la ablación o "perforación" por toda la capa de boquilla para formar los orificios 20. El diámetro de cada capa de ablación puede ajustarse cambiando, o programando los parámetros del láser para que cambien con las diferentes pulsaciones (por ejemplo, intensidad, u otros parámetros, conocidos), a fin de dar a los orificios pasantes 20 forma de boquilla u otra conformación deseada. Mientras que la capa de boquilla sea plana, la perforación de todos los orificios procede simultáneamente y el resultado es una matriz uniforme de orificios en la boquilla que funcionan adecuadamente en el suministro de un medicamento en aerosol, como se desea. Por ejemplo, con una capa de poliimida que tiene un espesor de aproximadamente 25 μm , la aplicación de aproximadamente 100-125 pulsaciones del láser excimer operando a una frecuencia de pulso de 300 Hz y con una longitud de onda de 308 nm, completará el procedimiento de perforación de los orificios. Este procedimiento tarda aproximadamente 400 ms.

35 Sin embargo, si la capa de boquilla no es significativamente plana, está arrugada, etc. en el área donde se formará la boquilla 16, da como resultado una matriz malformada. La Figura 6 es una representación exagerada de una capa de boquilla 14 que no es plana. A fin de que el material polimérico de la capa 14 sea objeto de ablación, este debe absorber una cantidad suficiente de energía del rayo láser, como se ha descrito anteriormente. El único material que absorbe una cantidad suficiente de energía es un material que está ubicado en el foco del rayo. En la Figura 6, la línea discontinua 56 representa el plano focal de los rayos de luz emitidos por el láser excimer 40 a través de la máscara 50 y enfocado por el objetivo 60 al plano 56. Por supuesto, el plano se ajusta incrementalmente hacia abajo con cada pulsación. Cuando la variación "P1" de la película 14 sobrepasa 10 micrómetros o P2 sobrepasa -10 micrómetros, como se muestra en la Figura 6, aquellas porciones de la película que están fuera del plano focal no se alinean adecuadamente, a fin de formar completamente un orificio pasante 20. Estos orificios pasantes malformados se muestran como 20''' en la Figura 6. Consecuentemente, la matriz resultante en la boquilla de una película tan arrugada no contendrá el número deseado de orificios y no distribuirá el aerosol de manera equitativa como se desea. Tal resultado es inaceptable y es, por lo tanto, imperativo que la película 14 se mantenga sustancialmente plana durante el procesamiento (perforación).

40 Por consiguiente, es primordial que la capa de boquilla 14 se oriente tan plana como sea posible, al menos en el área de formación de la boquilla, donde se lleva a cabo el proceso de perforación. Como se ha mencionado anteriormente, la capa de boquilla 14 puede desarrollar arrugas hasta durante el proceso de laminado con la capa de tapa 12. El laminado de la capa de boquilla 14 y la capa de tapa 12 lo realiza un vendedor (Plitek, Chicago, Illinois).

50 Una medida que se puede tomar para eliminar las arrugas que puedan haberse formado durante la formación del laminado de la tapa de boquilla, es aprovechar la diferencia entre los coeficientes de expansión térmica entre la capa de boquilla 14 y la capa de tapa 12. Es importante entonces escoger materiales que tienen, al menos, una diferencia de un 10% entre los coeficientes respectivos. En el ejemplo, donde la capa de de tapa 12 comprende aluminio, y la capa de boquilla comprende poliimida, se sobrepasa el diferencial del 10% con mucho. Sin embargo, desde luego estos conceptos aplican a otro material o materiales. En el presente ejemplo, el laminado de la capa de tapa 12 y la capa de boquilla se puede alcanzar a una temperatura reducida, de por ejemplo -5 a -10 °C. El proceso de

perforación usando el láser excimer puede tener lugar a una temperatura alta, de aproximadamente $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Las consecuencias físicas de estos tratamientos son que, a la temperatura reducida, la capa de aluminio tiende a contraerse o “encogerse” más que la capa de poliimida, debido a su mayor coeficiente de expansión térmica. Por el contrario, después del laminado, cuando las capas están unidas y, cuando la temperatura es elevada, la capa de aluminio se expande más que la capa de poliimida. Sin embargo, puesto que las capas están unidas, la capa de aluminio tira de la capa de poliimida a medida que se expande. El resultado es que, la capa de poliimida se expande, o estira, para eliminar eficazmente, de este modo, las arrugas que hayan podido ocurrir durante el proceso de laminado.

5 En otro ejemplo, el laminado puede llevarse a cabo entre una capa de ACLAR y una capa de poliimida. El coeficiente térmico de la poliimida es de aproximadamente $5 \times 10^{-6}\text{ cm/cm/ }^{\circ}\text{C}$, mientras que el coeficiente térmico del ACLAR es aproximadamente $1 \times 10^{-4}\text{ cm/cm/ }^{\circ}\text{C}$. Puesto que los dos coeficientes tienen una diferencia mayor de aproximadamente el 10%, los procesos de calentamiento y enfriamiento también serán ventajosos para eliminar las arrugas de la capa de poliimida que puedan haberse formado cuando se laminan estos materiales. En este ejemplo, el proceso de laminado puede llevarse a cabo a aproximadamente $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, y el proceso posterior de ablación (o perforación) puede llevarse a cabo a aproximadamente $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. En este ejemplo, se crea un diferencial de temperatura de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre los procesos posteriores. Para una muestra de este laminado con una longitud de 1 cm, el diferencial de temperatura causaría un cambio de 0,003 cm (30 μm) en la longitud de la capa de poliimida, retirando, de esta manera, las arrugas del material, puesto que la capa de poliimida se encoge más que la capa de ACLAR.

Por lo tanto, en una realización en la que el enfriamiento del laminado 30 pone la capa de boquilla 14 bajo tensión, el proceso de laminado (es decir, el proceso de laminar el laminado de la tapa de boquilla) se realizará a una temperatura elevada, respecto a la temperatura a la que el material será perforado u objeto de ablación. En un ejemplo en el que se lamina poliimida a polietileno, tras el enfriamiento después del proceso de laminado, el polietileno se contrae más que la poliimida, poniéndose, por lo tanto, la poliimida bajo tensión. Típicamente, en esta serie de procesos, una ventana 26, de tamaño pequeño relativo al tamaño total del laminado 30, se produce o recorta, de manera que, tras el enfriamiento, la ventana 25 se agrandará y pondrá la capa de boquilla 14 (en la zona diana donde se producirá la boquilla 16) bajo tensión.

Por el contrario, en una realización donde el calentamiento del laminado 30 pone la zapa de boquilla 14 bajo tensión, el proceso de laminación (es decir, el proceso de laminar el laminado de la tapa de boquilla) se realizará a una menor temperatura respecto a la temperatura a la que el material será perforado u objeto de ablación. Típicamente, se proporciona una ventana 26 de tamaño grande respecto al tamaño total del laminado 30, de manera que el calentamiento del laminado da como resultado un crecimiento en el tamaño de la ventana, poniendo de este modo la poliimida bajo tensión.

A fin de controlar la temperatura del laminado de la tapa de boquilla 30 durante el proceso de ablación, puede emplearse el calentamiento o enfriamiento de un montaje de ablación 70 como se muestra en la Figura 7. Se usa un montaje de ablación 70 para situar el laminado de tapa de boquilla 30 con precisión bajo la trayectoria del rayo láser excimer durante el proceso de ablación. Se proporcionan orificios de piñón 32, u otros medios de engranaje y arrastre en, al menos, la capa de tapa 12 del laminado de la tapa de boquilla 30 y se usan para conducir el laminado 30 durante el procesamiento. La porción del laminado 30 que va a ser objeto de ablación se sitúa sobre el montaje de ablación 70, después de lo cual se aplica un vacío a través del puerto de vacío 72 y el laminado 30 se aplana contra y se asegura al montaje 70. El montaje incluye pocillos 74 sobre los cuales se sitúan las porciones de boquilla 16 de la capa de boquilla 14. Los pocillos 74 proporcionan espacio alrededor de las porciones de boquilla a fin de que el montaje no interfiera con el proceso de ablación. Los pocillos 74 también están separados del sello de vacío entre el montaje 70 y el laminado 30.

A fin de enfriar o calentar el entorno del laminado 30, el montaje 70 puede estar provisto de diversas disposiciones de intercambio de calor, tal como el sistema de tuberías 76, mostrado en la Figura 7, por ejemplo. Cuando se usa un sistema de tuberías, un refrigerante, tal como nitrógeno líquido, por ejemplo, puede hacerse circular a través del bloque del montaje 70, para enfriar eficazmente el laminado hasta la temperatura operativa deseada. Como alternativa, un líquido caliente, tal como aceite caliente puede hacerse circular a través del sistema de tuberías 76 para elevar el laminado hasta la temperatura operativa deseada. Se pueden usar métodos alternativos de calefacción, tal como calentamiento por resistencia eléctrica, etc. que pueden aplicarse directamente al bloque.

Después de la ablación de los orificios 20 en la capa de boquilla 14 para formar la boquilla 16, el vacío se libera del montaje 70 y la capa de tapa de boquilla se hace avanzar más allá del montaje 70, donde se adapta con y se lamina a una capa de ampolla 22 para completar la forma de dosificación 10, como se muestra en la Figura 2.

Las variaciones de temperatura entre los procesos de laminación de la capa de tapa de boquilla 30 y la ablación de la boquilla 16, ponen la región diana de la capa de boquilla 14 bajo tensión, para retirar eficazmente las arrugas de la región diana para la formación precisa de la boquilla 16, como se ha descrito anteriormente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para la ablación de orificios en un material laminado, comprendiendo el método:
- laminar una primera capa (14) a una segunda capa (12), en el que dichas primera y segunda capas tienen diferentes coeficientes de expansión térmica y, en el que dicha segunda capa tiene un orificio interno (26) de manera que cuando se forma el sustrato laminado (30), una región de la primera capa alineada con dicho orificio, no se lamina a la segunda capa y está rodeada de regiones laminadas; y
- 10 dirigir pulsaciones de energía láser (54) hacia dicha región de dicha primera capa alineada con dicho orificio, a fin de formar orificios (20) en dicha primera capa.
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha primera capa (14) está laminada a dicha segunda capa (12) en condiciones que comprenden una primera temperatura, en el que dichas pulsaciones de energía láser (54) se dirigen hacia el sustrato laminado (30) en condiciones que comprenden una segunda temperatura, y en el que la primera temperatura es diferente a la segunda temperatura, y dichos coeficientes de expansión térmica de dichas primera y segunda capas son tales que, después de la laminación a dicha primera temperatura, dicha segunda capa pone dicha primera capa bajo tensión a dicha segunda temperatura.
- 20 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha primera temperatura es mayor que dicha segunda temperatura y dicho coeficiente de expansión térmica de dicha segunda capa (12) es menor que dicho coeficiente de expansión térmica de dicha primera capa (14).
- 25 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicha primera temperatura es aproximadamente $25^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ y dicha segunda temperatura está en un intervalo desde aproximadamente -5 a -10°C .
- 30 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicha primera capa (14) tiene un coeficiente de expansión térmica que es aproximadamente un 10% o más, mayor que el coeficiente de expansión térmica de dicha segunda capa (12).
- 35 6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que dicha primera capa (14) comprende poliimida y dicha segunda capa (12) comprende ACLAR.
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha primera temperatura es menor que dicha segunda temperatura y dicho coeficiente de expansión térmica de dicha segunda capa (12) es mayor que dicho coeficiente de expansión térmica de dicha primera capa (14).
- 40 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha primera temperatura es aproximadamente -5 a 10°C y dicha segunda temperatura es aproximadamente 25°C .
- 45 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha segunda capa (12) tiene un coeficiente de expansión térmica que es aproximadamente un 10% o más, mayor que el coeficiente de expansión térmica de dicha primera capa (14).
- 50 10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que dicha primera capa (14) comprende poliimida y dicha segunda capa (12) comprende aluminio.
11. El método de la reivindicación 7, en el que dicha segunda temperatura se alcanza, al menos parcialmente, mediante la absorción de energía láser por dicha segunda capa (12).
- 55 12. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende adicionalmente calentar un montaje de ablación (70), que interconecta el sustrato laminado (30) durante dichas pulsaciones dirigidas, para alcanzar dicha segunda temperatura.
- 60 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicho calentamiento comprende hacer circular un líquido calentado a través del montaje (70).
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicho calentamiento comprende calentar el montaje mediante calentamiento por resistencia eléctrica.
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende adicionalmente enfriar un montaje de ablación (70), que interconecta el sustrato laminado (30) durante dichas pulsaciones dirigidas, para alcanzar dicha segunda temperatura.

16. Un método de acuerdo con la reivindicación 15, en el que dicho enfriamiento comprende hacer circular un refrigerante a través del montaje.
- 5 17. Un método de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dicho refrigerante comprende nitrógeno líquido.
18. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha segunda capa (12) tiene un coeficiente de expansión térmica mayor que el de la primera capa (14) y, en el que el método comprende adicionalmente permitir que la segunda capa absorba calor de las pulsaciones láser y se expanda lateralmente y, de este modo, proporciona fuerza lateral contra la primera capa.
- 10 19. Un método de acuerdo con la reivindicación 18, en el que la primera capa (14) esta compuesta por un primer material polimérico y la segunda capa (12) está compuesta por un segundo material polimérico, diferente del primer material polimérico.
- 15 20. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente cambiar la temperatura del sustrato laminado (30), a fin de poner bajo tensión dicha región de dicha primera capa (14), alineada con dicho orificio (26), antes de dirigir dichas pulsaciones de energía láser (54).
- 20 21. Un método de acuerdo con la reivindicación 20, en el que el coeficiente de expansión térmica de la primera capa (14) es mayor que el de la segunda capa (12).
22. Un método de acuerdo con la reivindicación 20, en el que el coeficiente de expansión térmica de la segunda capa (12) es mayor que el de la primera capa (14).
- 25 23. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera capa (14) tiene un coeficiente de expansión térmica que es aproximadamente un 10% o más, mayor que el coeficiente de expansión térmica de la segunda capa (12).
- 30 24. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera capa (14) comprende poliimida.
25. Un método de acuerdo con la reivindicación 24, en el que la segunda capa (12) comprende ACLAR.
26. Un método de acuerdo con la reivindicación 24, en el que la segunda capa (12) comprende aluminio.

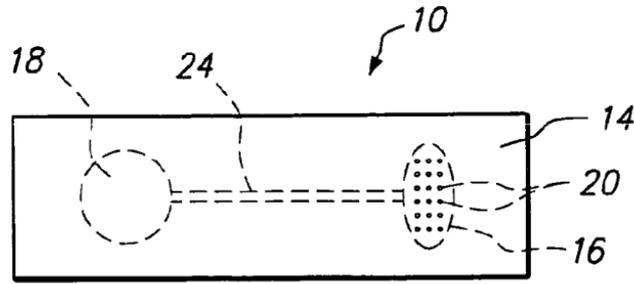


FIG. 1

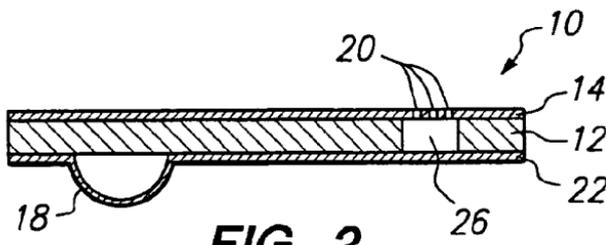


FIG. 2

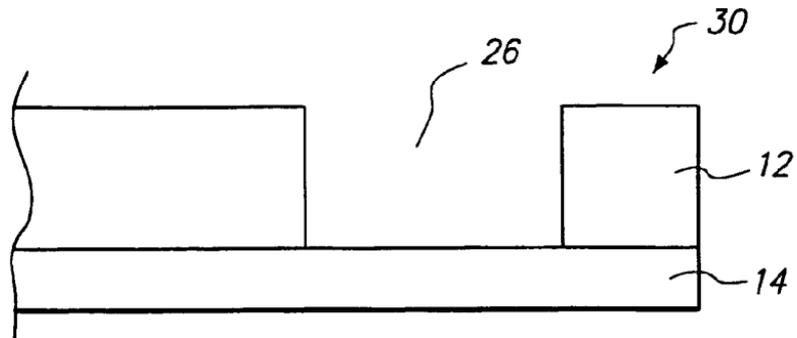


FIG. 3

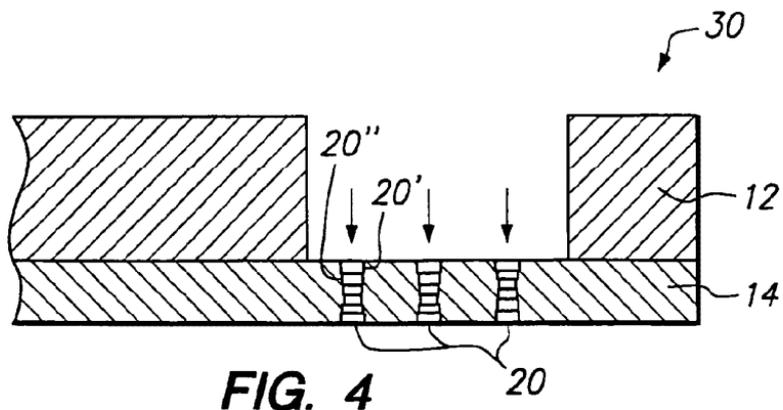


FIG. 4

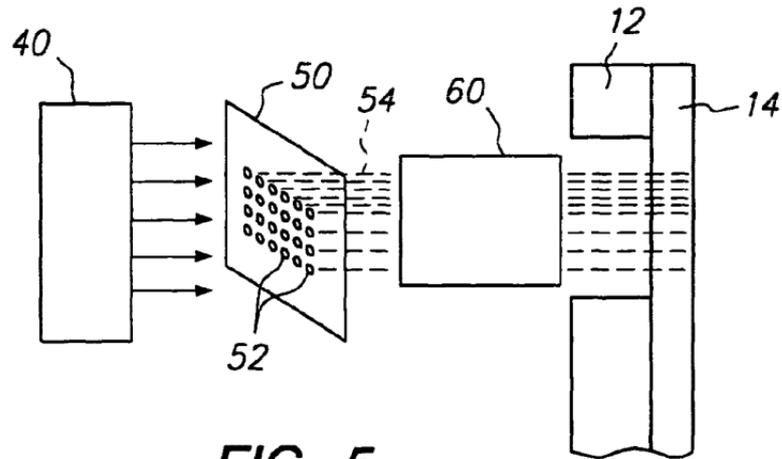


FIG. 5

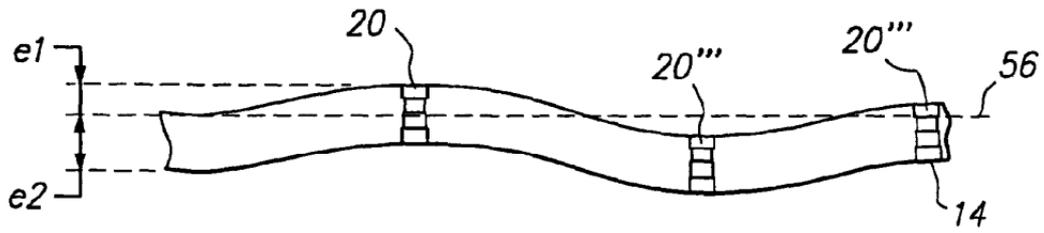


FIG. 6

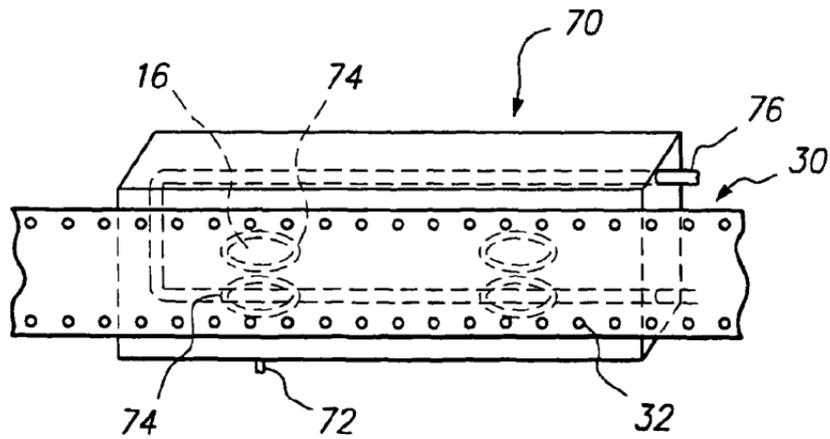


FIG. 7