

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 008 996**

51 Int. Cl.:

B29C 65/16 (2006.01)

B29C 65/78 (2006.01)

B29K 101/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2019 PCT/US2019/040380**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2020 WO20010129**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2019 E 19745847 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2024 EP 3817911**

54 Título: **Sistemas y procedimientos de soldadura láser**

30 Prioridad:

03.07.2018 US 201816026909

06.12.2018 US 201816212664

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2025

73 Titular/es:

DUKANE IAS, LLC (100.00%)
2900 Dukane Drive
St. Charles, IL 60174, US

72 Inventor/es:

SAVITSKI, ALEXANDER;
CATHCART, PAUL, H. y
BUGAJ, GRZEGORZ, ZDZISLAW

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 3 008 996 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

Sistemas y procedimientos de soldadura láser

Referencia cruzada a aplicaciones relacionadas

La presente solicitud reivindica prioridad con respecto a la solicitud de patente estadounidense Núm. 16/212.664, presentada el 6 de diciembre de 2018, y a la solicitud de patente provisional estadounidense Núm. 16/026.909, presentada el 3 de julio de 2018.

Campo de la invención

La presente divulgación se relaciona generalmente con la soldadura por láser de materiales termoplásticos y, más particularmente, a la soldadura por láser que utiliza radiación láser que tiene una longitud de onda de 2 micras para soldar simultáneamente una pluralidad de bolsas mediante el uso de una película portadora como separador entre dos bolsas adyacentes, y también a la soldadura por láser de materiales termoplásticos y, más particularmente, a la soldadura por láser que utiliza radiación láser que tiene una longitud de onda de 2 micras con una herramienta de sujeción de etileno propileno fluorado para soldar piezas termoplásticas que tienen superficies complejas o irregulares a unir.

Antecedentes de la presente divulgación

El documento FR 2785564 A1 desvela el tratamiento por láser de una tira que comprende al menos una capa. El documento JP 5288867 B2 describe un dispositivo de soldadura de película de plástico para formar una pieza soldada irradiando la superficie de dos piezas de una película de plástico prensada por un par de rodillos prensadores con un haz láser. El documento JP 2009119024 A desvela un procedimiento para producir un recipiente de varias cámaras por medio de la fusión de películas de resina sintética. El documento JP 2014034166 A desvela un procedimiento para unir películas de plástico. El documento JP 2004142225 A describe un procedimiento para fusionar una lámina de material. El documento WO 2016024427 A1 describe un aparato para fabricar una bolsa de criopreservación. El documento JP 2009119807 A desvela un material laminado fusible por láser. El documento WO 2016024427 A1 desvela un procedimiento de soldadura láser para unir capas de película de una bolsa, comprendiendo el procedimiento posicionar una pluralidad de capas de película adyacentes y solapadas entre sí, incluyendo la pluralidad de capas de película una primera capa de película adyacente a una segunda capa de película y dirigir la radiación láser sobre la primera capa de película y la segunda capa de película para fundir porciones irradiadas de la primera capa de película y la segunda capa de película entre sí formando una primera placa; y apagar la radiación láser. El documento WO 2016024427 A1 desvela además un sistema de soldadura por láser para unir capas de una primera bolsa, comprendiendo el sistema una pluralidad de capas de película colocadas adyacentes y solapadas entre sí, incluyendo la pluralidad de capas de película una primera capa de película adyacente a una segunda capa de película para formar la primera bolsa; y una fuente de láser que aplica la radiación láser hacia porciones de la pluralidad de capas de película a unir, haciendo la fuente de láser que porciones irradiadas de la primera capa de película y de la segunda capa de película formen la primera bolsa por fusión de las porciones irradiadas entre sí. La soldadura por láser utiliza un haz láser para fundir material termoplástico en una zona de unión suministrando una cantidad controlada de energía a un punto preciso. Se han desarrollado sistemas para controlar el tamaño del haz y existen una variedad de procedimientos para posicionarlo y moverlo con precisión. La soldadura láser se basa en los mismos requisitos básicos de compatibilidad de materiales que otras técnicas de soldadura, pero suele ser más indulgente con la química de la resina o las diferencias de temperatura de fusión que la mayoría de los demás procesos de soldadura de plásticos. Casi todos los termoplásticos pueden soldarse mediante el uso de una fuente láser adecuada y un diseño de unión apropiado.

Los procesos convencionales de soldadura por láser para materiales plásticos utilizan más comúnmente láseres que emiten radiación que tiene una longitud de onda de aproximadamente alrededor de 1 micra, por ejemplo, 808 nm, 960 nm, 980 nm, 1050 nm, o 1064 nm. En estas longitudes de onda, los materiales termoplásticos no absorben la radiación infrarroja, y el proceso de soldadura aprovecha un efecto de calentamiento selectivo. En este enfoque ampliamente aceptado, la radiación láser se transmite a través de la parte superior de las dos piezas que se van a unir y sujetar para soldar, y es absorbida por la parte inferior, que tiene un aditivo absorbente del láser, el más común de los cuales es el negro de humo. Si la superficie de la parte superior es plana, las herramientas de sujeción para este proceso de soldadura láser incorporan normalmente una placa de vidrio, que permite aplicar presión de sujeción sobre el conjunto, al tiempo que transmite el haz láser que se dirige a través de ella a la superficie de soldadura. Cuando la superficie superior tiene una curvatura o una forma compleja, la herramienta de sujeción suele estar fabricada con algún plástico transparente fácil de mecanizar, normalmente acrílico, que no absorbe la radiación láser emitida por los láseres de 1 micra y transmite el haz láser a las piezas de trabajo con unas pérdidas de potencia mínimas. Estos materiales también tienen suficiente rigidez para transferir la fuerza de sujeción al conjunto que se está soldando. Sin embargo, sólo son adecuados para láseres con una longitud de onda de aproximadamente 1 micra.

Un proceso de soldadura láser que utiliza una longitud de onda láser de 2 micras permite soldar plásticos sin relleno sin la presencia de ningún aditivo sensible al láser, ya que la mayoría de los materiales plásticos pueden fundirse con dicho láser. Este proceso ofrece una ventaja significativa en comparación con el proceso de soldadura basado en la

utilización de un láser de 1 micra, que requiere la presencia del aditivo sensible al láser en la parte inferior del conjunto. Sin embargo, existe la necesidad de un proceso de soldadura láser que utilice una longitud de onda láser de 2 micras para unir piezas con geometrías de superficie complejas o no planas. Los materiales utilizados para fabricar los dispositivos de sujeción en el proceso de soldadura láser de longitud de onda de 1 micra no son adecuados para los procesos de soldadura láser de 2 micras.

De acuerdo con otro aspecto de la soldadura por láser, las bolsas intravenosas y recipientes similares para la industria farmacéutica se fabrican típicamente mediante el uso de soldadura por radiofrecuencia (RF), por ejemplo, para materiales de cloruro de polivinilo (CPV), o soldadura por termosellado, por ejemplo, para materiales a base de poliolefina (incluyendo diversas estructuras multicapa). Normalmente, una bolsa intravenosa se fabrica aplicando calor y presión de soldadura sobre una banda de dos capas de película que forman la bolsa. Este procedimiento es eficaz y permite fabricar varias bolsas en un solo ciclo mediante el uso de una herramienta grande que cubre hojas de material suficientes para fabricar 4 -8 bolsas. Sin embargo, independientemente de la forma de la bolsa, los procedimientos actuales no permiten diferenciar los parámetros de soldadura, lo que resulta en aplicar la misma cantidad de calor en los lados de la bolsa y en sus esquinas y curvas. En consecuencia, la aplicación de calor provoca el sobrecalentamiento de las esquinas y curvas de la bolsa. El adelgazamiento del material y los agujeros de alfiler en las esquinas de la bolsa son defectos comunes que afectan al rendimiento total y aumentan la tasa de raspado y el tiempo de parada para realizar frecuentes ajustes en el proceso.

El uso de un láser de 1940 nm permite soldar películas termoplásticas sin necesidad de un aditivo especial sensible al láser. Se ha demostrado que las bolsas soldadas con láser tienen una calidad superior a la soldadura por radiofrecuencia o termosellado. El proceso de soldadura láser se realiza escaneando el perímetro de la bolsa con un haz láser y formando un sello fuerte y consistente a lo largo de la línea de soldadura. Este enfoque permite diferenciar el aporte de calor para cada segmento de la forma de la bolsa, optimizándolo específicamente para las porciones rectas y para las esquinas de la bolsa, lo que da como resultado general una soldadura más consistente y un mejor rendimiento que los procedimientos de soldadura por RF o termosellado. Sin embargo, uno de los principales problemas del actual procedimiento de soldadura láser es que se basa en que el haz láser escanea la longitud del perímetro de la soldadura, lo que requiere un tiempo considerable para completar el proceso. Como tal, el presente procedimiento de soldadura láser es significativamente más lento que calentar todo el perímetro de varias bolsas a la vez, como se suele hacer con las grandes máquinas de RF y termosellado. Así, aunque la calidad de las bolsas soldadas por láser es mejor, la velocidad del proceso es significativamente más lenta, lo que impide en gran medida adoptar el proceso de soldadura por láser en la fabricación de bolsas.

La presente divulgación aborda estas y otras necesidades y resuelve estos y otros problemas. Por ejemplo, hasta ahora, ninguna persona con conocimientos ordinarios en la técnica ha determinado cómo formar bolsas simultáneas mediante el uso de un proceso de soldadura por láser. Además, hasta ahora, ningún artesano ha determinado qué materiales serían adecuados para un proceso de soldadura por láser de 2 micras, que puede mecanizarse o adaptarse a geometrías de superficie de piezas de trabajo complejas o irregulares (no planas).

Sumario de la presente divulgación

Los requisitos de sujeción y los enfoques para abordarlos son esencialmente los mismos para ambos procesos (1 micra y 2 micras), sin embargo, como la mayoría de los plásticos absorben la radiación láser alrededor de la longitud de onda láser de 2 micras, hace que sea imposible utilizar tales plásticos para sujetar el conjunto, ya que tal herramienta se fundiría bajo el haz láser de la misma manera que la pieza que se está soldando. Porque es imposible transferir la fuerza de sujeción directamente a la zona de soldadura en los casos en que la superficie exterior no es plana, ya que utilizar una lámina de vidrio no es una opción, lo que hace que la fabricación de herramientas de sujeción para un láser de 2 micras sea compleja y lleve mucho tiempo.

A través de una cuidadosa investigación de las propiedades de los materiales de los plásticos disponibles comercialmente y de la experimentación directa, los inventores han establecido que una clase de materiales en particular, a saber, los fluoropolímeros tales como el etileno propileno fluorado (EPF), cumple los requisitos concurrentes de tener bajas pérdidas de potencia al transmitir el haz láser que tiene una longitud de onda de 1940 nanómetros (aproximadamente 2 micras), así como la capacidad del material para ser procesado y mecanizado para ajustarse a una forma irregular, compleja o no plana. Las mediciones de las pérdidas de potencia en EPF (por ejemplo, comercializado bajo la marca TEFLON) han demostrado que las pérdidas de potencia en este material son compatibles con las pérdidas de potencia en vidrio de borosilicato cuando se transmite el haz láser con una longitud de onda de 1940 nanómetros (unas 2 micras). Esto hace que el material EPF y otros materiales de fluoropolímero sean especialmente adecuados para fabricar herramientas de sujeción para procesos de soldadura con láser de 2 micras.

Se proporciona un procedimiento de soldadura láser ejemplar para unir porciones de un par de piezas de trabajo hechas de un material termoplástico que absorbe radiación láser que tiene una longitud de onda de aproximadamente 2 micras (por ejemplo, 1940 nm). No es necesario que el material de la pieza sea ópticamente transparente. Puede ser de color natural, como el PE o el PP, o muchos otros materiales termoplásticos que no son ópticamente claros, pero que son transparentes a la radiación láser. O una o ambas piezas pueden tener un pigmento, que no es necesariamente un agente absorbente del láser como el negro de humo. Alternativamente, las piezas de trabajo pueden tener un pigmento que puede absorber sólo una parte de la radiación, pero tener suficiente radiación

transmitida a la interfaz y la parte inferior. El procedimiento incluye la sujeción de las piezas de trabajo termoplásticas entre un par de herramientas de sujeción, al menos una de las cuales está hecha de un material plástico que tiene sustancialmente la misma pérdida de potencia que el vidrio de borosilicato cuando se transmite radiación láser que tiene una longitud de onda de aproximadamente 2 micras a través del material. La radiación láser se dirige a las piezas de trabajo a través de una herramienta de sujeción para fundir la parte irradiada de las piezas de trabajo mientras se presionan mecánicamente. A continuación, se apaga la radiación láser y se deja que las piezas se solidifiquen antes de soltarlas de las herramientas de sujeción. La herramienta de sujeción a través de la cual pasa la radiación láser puede estar hecha de un fluoropolímero tal como el etileno propileno fluorado (EPF), que tiene sustancialmente la misma pérdida de potencia que el vidrio de borosilicato cuando transmite radiación láser que tiene una longitud de onda de aproximadamente 2 micras.

La potencia de la radiación láser y la trayectoria de movimiento de la radiación láser a lo largo de las piezas de trabajo sujetas se controlan para fundir las piezas de trabajo en las porciones o áreas a unir. La placa base puede estar hecha de un material que no pueda transmitir la radiación láser o que sea impermeable a ella.

Un accionador tal como un cilindro neumático impulsa al menos una de las herramientas o placas de sujeción hacia la otra herramienta o placa de sujeción para presionar las piezas de trabajo juntas, mientras que la radiación láser se aplica a las porciones de las piezas de trabajo sujetas a unir. La potencia de la radiación láser y la velocidad de movimiento de la radiación láser a lo largo de las piezas sujetadas pueden controlarse para fundir uniformemente las piezas en las zonas a unir.

Se desvela un sistema de soldadura por láser ejemplar para unir una primera y una segunda piezas de trabajo termoplásticas, y que incluye una pinza, un accionador, y una fuente de láser. La pinza incluye estructuras de sujeción primera y segunda colocadas juntas para enganchar lados opuestos de las piezas de trabajo cuando están contiguas. La primera estructura de sujeción tiene una superficie no plana o irregular, orientada hacia la primera pieza de trabajo. El accionador hace que las estructuras de sujeción presionen entre sí la primera y la segunda pieza de trabajo. La fuente láser aplica radiación láser con una longitud de onda de 2 micras hacia las piezas a unir, mientras son presionadas por la pinza, para fundir entre sí las partes irradiadas de las piezas. La primera estructura de sujeción transmite sustancialmente toda la energía de la radiación láser a través del material. La primera pieza de trabajo tiene una superficie no plana o irregular orientada hacia la primera estructura de sujeción, que se ajusta sustancialmente a la superficie de la primera estructura de sujeción.

De acuerdo con una realización de la invención, un procedimiento de soldadura por láser está dirigido a unir simultáneamente capas de película respectivas de una pluralidad de bolsas. El procedimiento incluye la colocación de una pluralidad de capas de película adyacentes y solapadas entre sí, incluyendo una primera capa de película adyacente a una segunda capa de película y una tercera capa de película adyacente a una cuarta capa de película. Cada capa de la pluralidad de capas de película está hecha de un material termoplástico que absorbe la radiación láser que tiene una longitud de onda de aproximadamente 2 micras. El procedimiento incluye además separar la segunda capa de película y la tercera capa de película con una capa de película portadora no absorbente, estando la capa de película portadora no absorbente hecha de un material que transmite sustancialmente toda la energía de la radiación láser. El procedimiento también incluye dirigir la radiación láser sobre la primera capa de película y la segunda capa de película para fundir porciones irradiadas de la primera capa de película y la segunda capa de película entre sí formando una primera bolsa. El procedimiento incluye además la transmisión de prácticamente toda la energía de la radiación láser a través de la película portadora no absorbente interpuesta entre la segunda capa de película y la tercera capa de película. El procedimiento incluye dirigir la energía transmitida de la radiación láser sobre la tercera capa de película y la cuarta capa de película para fundir porciones irradiadas de la tercera capa de película y la cuarta capa de película entre sí formando una segunda bolsa, formándose la segunda bolsa generalmente de forma simultánea con la primera bolsa. El procedimiento incluye además apagar la radiación láser y permitir que al menos las porciones irradiadas de la primera capa de película, la segunda capa de película, la tercera capa de película y la cuarta capa de película se solidifiquen.

De acuerdo con otra realización de la invención, un sistema de soldadura por láser está dirigido a unir simultáneamente capas respectivas de una primera bolsa y una segunda bolsa. El sistema incluye una pluralidad de capas de película colocadas adyacentes y solapadas entre sí. La pluralidad de capas de película incluye una primera capa de película adyacente a una segunda capa de película para formar la primera bolsa, y una tercera capa de película adyacente a una cuarta capa de película para formar la segunda bolsa. Cada capa de la pluralidad de capas de película está hecha de un material termoplástico que absorbe la radiación láser que tiene una longitud de onda de aproximadamente 2 micras. El sistema incluye además una capa de película portadora no absorbente situada entre la segunda capa de película y la tercera capa de película, estando la capa de película portadora no absorbente hecha de un material que transmite sustancialmente toda la energía de la radiación láser. El sistema también incluye una fuente láser que aplica la radiación láser hacia porciones de la pluralidad de capas de película a unir. La fuente láser hace que las porciones irradiadas de la primera capa de película y la segunda capa de película formen la primera bolsa por medio de la fusión de las porciones irradiadas entre sí, y que las porciones irradiadas de la tercera capa de película y la cuarta capa de película formen la segunda bolsa por medio de la fusión de las porciones irradiadas entre sí. La primera bolsa se forma generalmente de forma simultánea con la segunda bolsa.

Un sistema de soldadura láser ejemplar está dirigido a unir simultáneamente capas respectivas de una pluralidad de bolsas. El sistema incluye una pluralidad de capas de película colocadas adyacentes y solapadas entre sí. La pluralidad de capas de película incluye una primera capa de película adyacente a una segunda capa de película para formar una primera bolsa, y una tercera capa de película adyacente a una cuarta capa de película para formar una segunda bolsa. Cada capa de la pluralidad de capas de película está hecha de un material termoplástico que absorbe la radiación láser que tiene una longitud de onda de aproximadamente fuera de un intervalo entre aproximadamente 808 nanómetros y aproximadamente 1064 nanómetros. El sistema incluye además una capa de película portadora no absorbente situada entre la segunda capa de película y la tercera capa de película, estando la capa de película portadora no absorbente hecha de un material que transmite sustancialmente toda la energía de la radiación láser, tal como el etileno propileno fluorado (EPF) antiadherente. La película portadora no absorbente carece de aditivo absorbente del láser. El sistema también incluye una fuente láser que aplica la radiación láser hacia porciones de la pluralidad de capas de película a unir. La fuente láser hace que las porciones irradiadas de la primera capa de película y la segunda capa de película formen la primera bolsa por medio de la fusión de las porciones irradiadas entre sí, y que las porciones irradiadas de la tercera capa de película y la cuarta capa de película formen la segunda bolsa por medio de la fusión de las porciones irradiadas entre sí. La primera bolsa se forma generalmente de forma simultánea con la segunda bolsa.

Breve descripción de los dibujos

FIG. 1 es una elevación lateral de una disposición de soldadura láser para soldar dos láminas termoplásticas mientras se sujetan las dos piezas termoplásticas a soldar.
 FIG. 2 es una vista en perspectiva despiezada de la disposición de soldadura láser mostrada en la FIG. 1.
 FIG. 3 es una vista en perspectiva seccionada de la disposición de soldadura láser mostrada en la FIG. 1.
 FIG. 4 es un diagrama de flujo de un procedimiento de soldadura láser de piezas de trabajo de acuerdo con un aspecto de la presente divulgación.
 FIG. 5 es una vista en perspectiva despiezada de una disposición de soldadura láser para soldar dos bolsas simultáneamente.
 FIG. 6 es una vista ampliada del Detalle "6-6" de la FIG. 5.
 FIG. 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento de soldadura láser de una pluralidad de bolsas simultáneamente, de acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación.

Descripción detallada de las realizaciones ilustradas

Aunque la presente divulgación se describirá en relación con ciertas realizaciones preferentes, se entenderá que la presente divulgación no se limita a esas realizaciones particulares. Por el contrario, la presente divulgación pretende abarcar todas las alternativas, modificaciones y disposiciones equivalentes que puedan incluirse en el ámbito de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

La radiación láser utilizada en las realizaciones desveladas en la presente memoria descriptiva puede tener una longitud de onda de aproximadamente 2 micras (por ejemplo, 1940 nm), que es capaz de fundir materiales termoplásticos que no contienen ningún aditivo sensible al láser en absoluto, tal como negro de carbono, para absorber la radiación láser. Tal como se utiliza en la presente memoria descriptiva, una herramienta de sujeción, un elemento de sujeción o una placa de sujeción se refieren a una estructura, que no es necesario que tenga una superficie plana, utilizada para la sujeción junto con otra herramienta de sujeción o elemento o placa de sujeción. El término placa no significa que la estructura de sujeción tenga una superficie plana. Por el contrario, la presente divulgación revela ventajosamente que el material de fluoropolímero, que es mecanizable pero permite la transmisión de radiación láser de 2 micras, permitiendo así que la herramienta de sujeción tenga cualquier forma o contorno, es un material sorprendentemente adecuado para su uso como herramienta de sujeción en aplicaciones de soldadura por láser.

Uno o ambos elementos de sujeción están hechos de un fluoropolímero tal como etileno propileno fluorado (EPF). Por medio de experimentación, los inventores han descubierto que los elementos de sujeción de EPF no absorben una cantidad significativa de radiación láser que tenga una longitud de onda de aproximadamente 2 micras. En otras palabras, prácticamente toda la radiación láser se transmite a través del material de fluoropolímero, lo que hace que los fluoropolímeros sean especialmente adecuados para aplicaciones de soldadura láser fuera del intervalo de longitudes de onda entre 808 nm y 1064 nm, como 2 micras. Así pues, los elementos de sujeción de EPF pueden transferir fuerzas de sujeción directamente a las partes (piezas de trabajo) que se sueldan, incluso cuando las superficies exteriores de las partes no son planas, al tiempo que permiten la transmisión de prácticamente toda la radiación láser (por ejemplo, al menos el 90% o al menos el 91% o al menos el 92% o al menos el 93% o al menos el 94% o al menos el 95% o al menos el 96% o al menos el 97% o al menos el 98% o al menos el 99%) a la pieza de trabajo. La siguiente Tabla 1 ilustra las mediciones de pérdida de potencia del EPF en comparación con el vidrio de borosilicato, que muestra pérdidas de potencia muy comparables entre el EPF y el vidrio, lo que convierte al EPF en un sustituto muy adecuado del vidrio, a la vez que se puede mecanizar para adaptar fácilmente la forma del material a superficies de piezas de trabajo complejas o irregulares. Mediciones de pérdida de potencia para EPF (TEFLON) Fuente láser: IPG Photonics 120 W 1940 um

Tabla 1

Ajuste de potencia (%)	Medios de transferencia			
	No Media, Lectura del medidor de potencia (W)	EPF, 1/8 pulg., Lectura del medidor de potencia (W)	EPF, 1/4 pulg., Lectura del medidor de potencia (W)	Vidrio, 3/8 pulg., Lectura del medidor de potencia (W)
20.	11,00.	10,3.	10,6.	10,3.
20.		10,4.	10,6.	10,2.
50.		47,6.	47,8.	46,9.
50.	50,4.	46,9.	48,2.	46,8.
80.			86,4.	83.
80.	91,9.		85,6.	82,5.
100.			109.	108.
100.	116.		108.	107.

Volviendo a los dibujos, una disposición de soldadura láser 100 incluye un par de piezas de trabajo 110 y 111, que se mantienen una contra otra en un "nido" 112 que tiene una superficie superior 113 mecanizada para formar una cavidad regular o irregular que coincide con la configuración o contorno superficial de la superficie inferior 115 de la pieza de trabajo inferior 111. Las porciones superiores de las piezas de trabajo 110 y 111 se extienden por encima del nido 112 para enganchar una placa de sujeción superior 113, que a su vez engancha una placa de retención superior fija 114, y una placa de sujeción 113 presiona hacia abajo contra las piezas de trabajo 110 y 111 para empujarlas contra la pared inferior 112b del nido 112. El nido 112 está soportado por una placa de sujeción inferior 122 que sujeta las piezas de trabajo 110 y 111 contra la pared inferior 112b de la cavidad del nido 112a.

Mientras las dos piezas de trabajo 110 y 111 se presionan entre sí, sus superficies adyacentes se funden por medio de radiación láser que tiene una longitud de onda de aproximadamente 2 micras (por ejemplo, 1940 nm), que es capaz de fundir materiales termoplásticos que no contienen ningún aditivo sensible al láser para absorber la radiación láser. Cuando se utilizan radiaciones de 2 micras, no es necesario ningún aditivo de este tipo porque la mayoría de los materiales termoplásticos absorben las radiaciones que tienen esa longitud de onda. El término "2 micras" utilizado en la presente memoria descriptiva abarca 1940 nm.

Al menos la parte de la placa de sujeción 113 a través de la cual pasa el láser 120 está hecha de un fluoropolímero tal como etileno propileno fluorado (EPF), que no absorbe ninguna cantidad significativa de radiación láser que tenga una longitud de onda de 2 micras. De este modo, la placa de sujeción EPF 113 puede transferir fuerzas de sujeción directamente sobre la pieza de trabajo superior 110. Cuando la superficie superior 117 de la pieza de trabajo superior 110 no es plana, la superficie inferior 119 del elemento de sujeción 113 de EPF puede mecanizarse para que coincida con la superficie superior de la pieza de trabajo 110 donde el elemento de sujeción 113 interactúa con la superficie superior 117 de la pieza de trabajo 110. En otras palabras, no es necesario que toda la superficie inferior 119 del elemento de sujeción de EPF 113 tenga una geometría no plana o irregular o compleja. La superficie inferior 119 del elemento de sujeción 113 de EPF sólo necesita ser no plana, irregular o compleja en aquellas áreas en las que el elemento de sujeción 113 interactúa con la correspondiente superficie superior no plana, irregular o compleja de la pieza de trabajo 110. Los términos "superior", "inferior", "superior" o "inferior" no pretenden limitar la orientación de los elementos de sujeción y las piezas de trabajo en una configuración vertical o vertical, sino más bien diferenciar las distintas superficies de las estructuras entre sí.

Un conjunto láser 200 mostrado en la FIG. 3 incluye una fuente láser convencional, que genera un haz láser 120 de radiación (mostrado en la FIG. 3) con una longitud de onda de, por ejemplo, aproximadamente 2 micras (por ejemplo, 1940 nm). El soporte 212a está acoplado a pórticos ortogonales 214a y 214b. Uno o más espejos de escaneo dentro del cabezal de escaneo 212 son controlados por una unidad de accionamiento 213 controlada por procesador para dirigir un haz láser 215 hacia abajo sobre una pila 116 que incluye dos piezas de trabajo termoplásticas 110 y 111 que se unirán por medio de soldadura. La unidad de accionamiento 213 se controla para ajustar las posiciones de los espejos del escáner con el fin de mover el haz láser 120 de la manera necesaria para iluminar una zona de soldadura prescrita en la superficie superior de la pila 116.

Como se muestra en la FIG. 2, las dos piezas termoplásticas 120 y 121 se sujetan entre sí por medio de un par de placas de sujeción 113 y 122. La placa superior 113 es transmisiva, es decir, el haz láser 120 puede atravesar la placa superior prácticamente sin pérdidas. Esta placa superior 113 puede ser de vidrio. La placa inferior 122 no es

transmisiva, es decir, el láser 120 no puede penetrar en la placa inferior 122 y, por lo tanto, se difracta contra la placa inferior 122, a la que a veces se hace referencia en la técnica a la que pertenece esta divulgación como un "nido" 112. Ambas placas de sujeción 113, 122 son rígidas, y la placa inferior 122 es preferentemente de metal.

La placa de sujeción superior 113 se presiona hacia abajo sobre la pieza de trabajo superior 110 por medio de un accionador controlable para sujetar firmemente las piezas de trabajo 110 y 111 contra la placa inferior 122. La presión descendente se mantiene sobre las piezas de trabajo 110, 111 mientras el haz láser 120 atraviesa una zona o trayectoria de soldadura prescrita o arbitraria, calentando progresivamente las zonas o áreas impactadas de las piezas de trabajo termoplásticas para fundir el material termoplástico en la zona de soldadura y fusionar las piezas de trabajo en esa zona. A continuación, la soldadura se completa dejando que las piezas 110, 111 se enfrien bajo presión, solidificando así el material termoplástico fundido por el láser 120 en la zona de soldadura. Este calentamiento y enfriamiento de los materiales termoplásticos progresa a lo largo de la zona de soldadura prescrita a medida que el haz láser 120 avanza a lo largo de esa zona, que típicamente se extiende alrededor de toda la circunferencia de las piezas de trabajo 110, 111, aunque en la presente memoria descriptiva se contempla cualquier otra trayectoria transversal predefinida o arbitraria. La trayectoria particular que sigue el láser no tiene importancia para los aspectos inventivos de la presente divulgación.

En la realización ejemplar ilustrada en los dibujos, el haz láser 120 se transmite hacia abajo a través de la placa de sujeción superior transparente 113 y dos láminas de material termoplástico 110 y 111, que corresponden a las piezas de trabajo 110, 111 que se van a soldar. Las dos láminas 110 y 111 son ópticamente transparentes pero, no obstante, absorben parte del haz láser 120 cuando se trata de un láser de fibra de 2 micras (2 μm). Los láseres de dos micras se caracterizan por una absorción mucho mayor por parte de los polímeros sin relleno, lo que permite una fusión muy controlada a través del espesor de las piezas de trabajo 110, 111, que pueden ser ópticamente transparentes sin necesidad de ningún aditivo sensible al láser. El calor producido por la absorción parcial del haz láser 120 en ambas láminas 110 y 111 funde el material de las láminas lo suficiente como para hacer que se fusionen a lo largo de la trayectoria del haz láser 120 mientras la placa de sujeción superior 113 presiona continuamente las dos láminas 110, 111 una contra otra, produciendo así la soldadura deseada de las dos láminas 110, 111 de material termoplástico en la zona de soldadura atravesada por el haz láser 120. El cordón de soldadura resultante es una soldadura transparente en la que se fusionan las dos piezas transparentes.

La FIG. 4 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo de procedimiento de soldadura láser 400 para unir porciones de una primera pieza de trabajo y una segunda pieza de trabajo en la que las piezas de trabajo están hechas de material termoplástico que absorbe la radiación láser que tiene una longitud de onda de aproximadamente 2 micras. El diagrama de flujo comprende las etapas 402 (Sujetar la pieza de trabajo no plana y la segunda pieza de trabajo a unir entre una herramienta de sujeción mecanizada y una segunda herramienta de sujeción), 404 (Dirigir radiación láser de 2 micras a través de la herramienta de sujeción mecanizada que transmite la radiación a la pieza de trabajo no plana, mientras se presionan las piezas de trabajo entre sí), 406 (Apagar la radiación láser para permitir que las partes irritadas de las piezas de trabajo se solidifiquen), y 408 (Liberar las piezas de trabajo unidas de las herramientas de sujeción). El procedimiento 400 incluye la sujeción de una pieza de trabajo no plana y una segunda pieza de trabajo (que puede ser plana o no plana), que se van a unir, entre una herramienta de sujeción mecanizada y una segunda herramienta de sujeción (que puede o no estar mecanizada) (402). Una radiación láser de 2 micras se dirige a través de la herramienta de sujeción mecanizada, que transmite la radiación sobre la pieza de trabajo no plana, mientras se presionan ambas piezas de trabajo entre sí, tal como por ejemplo mediante el uso de un par de herramientas de sujeción (404). La radiación láser se apaga para permitir que las partes irradiadas de las piezas se solidifiquen para unir las (406). Por último, las piezas unidas se sueltan de las herramientas de sujeción (408).

Aspectos de la presente divulgación son aplicables pero no limitados al envasado de bienes de consumo, productos médicos, y otros productos que requirieron envases sellados.

Haciendo referencia a la FIG. 5, se utilizan muchos componentes y etiquetas similares a los de la FIG. 2. Además, la FIG. 5 demuestra una ventaja 6-6. La arista 6-6 se muestra en la FIG. 6, en la que un primer par de piezas de trabajo 507 (pieza de trabajo 501 y 502) y un segundo par de piezas de trabajo 509 (pieza de trabajo 503 y 504) están separadas por una película 505. De acuerdo con una realización, la película 505 es una película portadora no absorbente, y las piezas de trabajo 501, 502, 503 y 504 son capas de película termoplástica.

Las FIGs. 5 y 6 muestran cómo se suelda una primera bolsa sobre una segunda bolsa. Las piezas de trabajo 501 y 502 tienen sus bordes sellados por un haz láser 120 para formar una primera bolsa 507 al mismo tiempo que el haz láser 120 sella los bordes del segundo par de piezas de trabajo 509 en una segunda bolsa. Una parte del haz láser 120 (por ejemplo, radiación láser de 1940 nm) es absorbida por el primer par de piezas de trabajo 507, lo que hace que las piezas de trabajo 501 y 502 se fundan y se suelden entre sí cuando se aplica una presión de soldadura. Sin embargo, una gran parte de la radiación del haz láser 120 se transmite a través de estas dos piezas de trabajo 501 y 502. Esta gran porción restante de radiación del haz láser 120 es suficiente para fundir otro el segundo par de piezas de trabajo 509 colocadas debajo del primer par 507, formando otra bolsa.

La película 505 proporciona una barrera para evitar que el primer par 507 se adhiera al segundo par 509 de forma que una primera bolsa 507 se separe fácilmente de una segunda bolsa 509. La presente divulgación contempla que la película 505 sea cualquier material que no absorba fácilmente la radiación láser y no se pegue ni al primer par 507 ni

- al segundo par 509. Por ejemplo, la película 505 es una película EPF comercial. La mayoría de los termoplásticos absorben la radiación IR en la longitud de onda de 1940 nm (por ejemplo, la radiación del haz láser 120). Tales termoplásticos permiten soldar polímeros sin añadir agentes sensibles al láser. Sin embargo, el EPF y otros fluoropolímeros no absorben la radiación a una longitud de onda de 1940 nm. Por lo tanto, el EPF y otros fluoropolímeros de este tipo se utilizan como herramientas fabricadas en un proceso de soldadura de plásticos que utiliza un láser de 1940 nm. Por ejemplo, la herramienta fabricada es la película 505, que separará los dos pares de piezas de trabajo 507 y 509 mientras transfiere la radiación láser del haz láser 120 a través de la película 505 al segundo par 509 con una pérdida mínima de energía.
- Las FIGs. 5 y 6 muestran que el rendimiento de un proceso de soldadura láser se duplica (o incluso se triplica) apilando pares de piezas (por ejemplo, los pares 507 y 509) una encima de otra. Aunque se muestran dos pares de piezas de trabajo 507 y 509 apiladas una sobre otra y separadas por una película 505, la presente divulgación contempla que se puedan apilar más de dos pares de piezas de trabajo una sobre otra para aumentar aún más el rendimiento, siempre y cuando cada par de piezas de trabajo esté separado por una película y el haz láser 120 sea lo suficientemente fuerte como para fundir suficientemente cada par de piezas de trabajo.
- Una metodología ejemplar 600 se discute con respecto a la FIG. 7. El diagrama de flujo comprende las etapas 602 (Colocar cuatro capas de película adyacentes y superpuestas entre sí en pares respectivos de primera-segunda capa y tercera-cuarta capa), 604 (Separar una segunda capa de película y una tercera capa de película con una capa de película portadora no absorbente), 606 (Dirigir la radiación láser sobre la primera capa de película y la segunda capa de película para formar la primera bolsa), 608 (Transmitir prácticamente toda la energía de la radiación láser a través de la película portadora no absorbente), 610 (Dirigir la energía transmitida de la radiación láser a la tercera capa de película y a la cuarta capa de película para formar la segunda bolsa), y 612 (Apagar la radiación láser para permitir que las partes irritadas de la película se solidifiquen). La metodología 600 se realiza en los sistemas de las FIGs. 5 y 6, por ejemplo.
- La metodología 600 comienza en la etapa 602 colocando cuatro capas de película adyacentes entre sí. Las cuatro capas de película se colocan solapadas, de forma que cada película se superpone a las tres restantes. Las cuatro películas se colocan en pares respectivos de (1) una primera y segunda capa y (2) una tercera y cuarta capa. En algunos ejemplos de la etapa 602, seis capas de película yacen adyacentes entre sí posicionadas en pares respectivos de (1) una primera y segunda capa, (2) una tercera y cuarta capa, y (3) una quinta y sexta capa.
- La metodología 600 procede a la etapa 604 para separar una segunda capa de película y una tercera capa de película con una capa de película portadora no absorbente. En algunos ejemplos de la etapa 604 en los que hay tres pares de capas de película, una cuarta capa de película y una quinta capa de película también se separan con una capa de película portadora no absorbente.
- La metodología 600 procede a la etapa 606 para prever dirigir radiación láser sobre la primera capa de película y la segunda capa de película para formar una primera bolsa.
- La metodología 600 procede a la etapa 608. En la etapa 608 se transmite prácticamente toda la energía de la radiación láser a través de la película portadora no absorbente.
- La metodología 600 procede a la etapa 610. En la etapa 610 se dirige la energía transmitida de la radiación láser a la tercera capa de película y a la cuarta capa de película. En la etapa 610 se obtiene una segunda bolsa.
- La metodología 600 termina en la etapa 612. En la etapa 612 se apaga la radiación láser para permitir que las partes irradiadas de las capas de la película se solidifiquen.
- La Tabla 2 a continuación muestra la eficacia de un proceso de soldadura láser como se describe con respecto a las FIGs. 5-7 midiendo las pérdidas de potencia de los materiales implicados.

Tabla 2

	Sin medios	Haz láser transmitido a través de una película EPF de 0,14 mm de espesor	Haz láser transmitido a través de 2 capas de película de CPV de 0,28 mm	Haz láser transmitido a través de 2 capas de película de CPV y 1 capa de película de EPF	Haz láser transmitido a través de una lámina de silicio transparente de 0,5 mm
Lectura del medidor de potencia (vatios)	26,9.	25,9.	24,6.	24,5.	26,1.

Las medidas de la tabla 2 proceden de un proceso de soldadura en el que se sueldan simultáneamente dos carcasas hinchables de forma cuadrada superpuestas. Cada caja puede fabricarse con una lámina de CPV de 0,28 mm de espesor. Se colocó una lámina de EPF de 0,14 mm de espesor entre los dos pares de capas de lámina de CPV, separando eficazmente los dos recintos. Ambos recintos eran igual de resistentes y no presentaban ningún defecto.

- 5 La Tabla 2 demuestra que sólo hay ~1 W de pérdida de potencia láser cuando se transmite a través de la película de EPF, y sólo ~2,5 W cuando se transmite a través de toda la estructura de la bolsa superior (en la que la estructura de la bolsa superior comprende dos capas de película de CPV y la película separadora de EPF juntas). Teniendo en cuenta que la potencia de salida utilizada para el proceso de soldadura de este material suele ser del orden de 95-110 W, una pérdida de ~2,5 W es insignificante. Por lo tanto, la Tabla 2 muestra que un proceso de soldadura ejemplar como el de las FIGs. 5-6, de acuerdo con una realización de la presente divulgación, permite suministrar suficiente energía al par inferior de láminas de CPV para fundirlas y formar una unión.

- 10 La Tabla 2 proporciona mediciones de potencia a una potencia inferior al intervalo típico de la soldadura por ultrasonidos porque las mediciones de potencia requieren al menos 6 segundos de exposición. Este calentamiento del mismo punto durante tanto tiempo degradaría la película termoplástica y sesgaría las lecturas si se utilizara la potencia de un proceso de soldadura por ultrasonidos típico (las pérdidas de potencia en un material vienen definidas por las propiedades del mismo). En consecuencia, todas las mediciones de la Tabla 2 se realizaron a una potencia inferior, lo que expuso la película al láser durante un tiempo suficiente para obtener una lectura del medidor de potencia.

- 15 El espesor de la mayoría de las películas de uso común es normalmente inferior a 0,1 mm. Muchas películas de uso común (tales como PC, COC, PMMA) tienen una mejor transparencia que el CPV. Por lo tanto, el material seleccionado para la demostración del proceso en la Tabla 2 (el material era una película de CPV de 0,28 mm de espesor) presenta un caso más desafiante para la soldadura simultánea que el que presentarían las películas de uso común. Así, para la mayoría de las películas de uso común (tales como las que se utilizan en la construcción de contenedores para medicamentos, así como en muchas otras aplicaciones), el proceso propuesto puede aplicarse con mayor facilidad. La presente divulgación contempla que para la mayoría de las películas de uso común, el enfoque como se discute con respecto a las FIGs. 5-7 permitiría soldar simultáneamente al menos 3 bolsas apiladas verticalmente, y separadas por una película no absorbente y antiadherente entre ellas.

- 20 Si bien se han ilustrado y descrito realizaciones y aplicaciones particulares de la presente divulgación, debe entenderse que la presente divulgación no se limita a la construcción y composiciones precisas desveladas en la misma y que diversas modificaciones, cambios y variaciones pueden desprenderse de las descripciones precedentes sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de soldadura láser para unir simultáneamente capas de película respectivas de una pluralidad de bolsas, comprendiendo el procedimiento:

colocación de una pluralidad de capas de película (501, 502, 503, 504) adyacentes y solapadas entre sí, incluyendo la pluralidad de capas de película una primera capa de película (501) adyacente a una segunda capa de película (502) y una tercera capa de película (503) adyacente a una cuarta capa de película (504), estando cada capa de la pluralidad de capas de película hecha de un material termoplástico que absorbe la radiación láser que tiene una longitud de onda de aproximadamente 2 micras;

separando la segunda capa de película (502) y la tercera capa de película (503) con una capa de película portadora no absorbente (505), estando la capa de película portadora no absorbente (505) hecha de un material que transmite sustancialmente toda la energía de la radiación láser;

dirigir la radiación láser sobre la primera capa de película (501) y la segunda capa de película (502) para fundir las porciones irradiadas de la primera capa de película (501) y la segunda capa de película (502) entre sí formando una primera bolsa (507);

transmitir sustancialmente toda la energía de la radiación láser a través de la película portadora no absorbente (505) interpuesta entre la segunda capa de película (502) y la tercera capa de película (503);

dirigir la energía transmitida de la radiación láser sobre la tercera capa de película (503) y la cuarta capa de película (504) para fundir las porciones irradiadas de la tercera capa de película (503) y la cuarta capa de película (504) entre sí formando una segunda bolsa (509), formándose la segunda bolsa (509) generalmente de forma simultánea con la primera bolsa (507); y

apagar la radiación láser y dejar que se solidifiquen al menos las porciones irradiadas de la primera capa de película (501), la segunda capa de película (502), la tercera capa de película (503) y la cuarta capa de película (504).

2. El procedimiento de soldadura láser de la reivindicación 1, en el que el material de la película portadora no absorbente (505) incluye un fluoropolímero.

3. El procedimiento de soldadura láser de la reivindicación 2, en el que el fluoropolímero es etileno propileno fluorado.

4. El procedimiento de soldadura láser de la reivindicación 1, comprende además posicionar la película portadora no absorbente (505) de forma solapada con la segunda capa de película (502) y la tercera capa de película (503).

5. El procedimiento de soldadura láser de la reivindicación 1, en el que la película portadora no absorbente permanece sólida mientras la energía transmitida de la radiación láser se dirige sobre la tercera capa de película (503) y la cuarta capa de película (504).

6. El procedimiento de soldadura láser de la reivindicación 1, en el que la película portadora no absorbente (505) incluye un material termoplástico que carece de un aditivo absorbente de láser.

7. El procedimiento de soldadura láser de la reivindicación 1, que comprende además calentar la pluralidad de capas de película con la radiación láser.

8. El procedimiento de soldadura por láser de la reivindicación 7, que comprende además el control de la potencia y la velocidad de movimiento de la radiación láser a lo largo de los bordes de la pluralidad de capas de película para fundir los bordes respectivos en las zonas a unir.

9. El procedimiento de soldadura láser de la reivindicación 1, en el que la película portadora no absorbente tiene un espesor de aproximadamente 0,14 milímetros, teniendo la pluralidad de capas de película cada una un espesor en el intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,28 milímetros.

10. El procedimiento de soldadura láser de la reivindicación 9, en el que la película portadora no absorbente incluye al menos uno de un material de etileno propileno fluorado (EPF) o un material de silicona, cada una de la pluralidad de capas de película incluye un material de cloruro de polivinilo (CPV).

11. El procedimiento de soldadura por láser de la reivindicación 1, comprende además utilizar una potencia de salida en el intervalo de unos 95-100 vatios para la radiación láser, perdiendo unos 2,5 vatios antes de dirigir la energía transmitida de la radiación láser sobre la tercera capa de película (503) y la cuarta capa de película (504).

12. Un sistema de soldadura láser para unir simultáneamente capas respectivas de una primera bolsa (507) y una segunda bolsa (509), comprendiendo el sistema:

una pluralidad de capas de película (501, 502, 503, 504) colocadas adyacentes y solapadas entre sí, incluyendo la pluralidad de capas de película una primera capa de película (501) adyacente a una segunda capa de película (502)

para formar la primera bolsa (507) la pluralidad de capas de película incluye además una tercera capa de película (503) adyacente a una cuarta capa de película (504) para formar la segunda bolsa (509), estando cada capa de la pluralidad de capas de película hecha de un material termoplástico que absorbe la radiación láser que tiene una longitud de onda de aproximadamente 2 micras;

- 5 una capa de película portadora no absorbente (505) situada entre la segunda capa de película (502) y la tercera capa de película (503), estando la capa de película portadora no absorbente (505) hecha de un material que transmite sustancialmente toda la energía de la radiación láser; y
- una fuente láser que aplica la radiación láser hacia porciones de la pluralidad de capas de película a unir, la fuente láser hace que las porciones irradiadas de la primera capa de película (501) y la segunda capa de película (502) formen la primera bolsa (507) fundiendo las porciones irradiadas entre sí, la fuente láser hace que las porciones irradiadas de la tercera capa de película (503) y la cuarta capa de película (504) formen la segunda bolsa (509) fundiendo las porciones irradiadas entre sí, formándose la primera bolsa (507) generalmente de forma simultánea con la segunda bolsa (509).
- 10
 13. El sistema de soldadura láser de la reivindicación 12, en el que el material de la película portadora no absorbente (505) incluye al menos uno de un fluoropolímero o un material de silicona, en el que el fluoropolímero es etileno propileno fluorado.
 - 15
 14. El sistema de soldadura láser de la reivindicación 12, en el que la película portadora no absorbente se coloca de forma solapada con la segunda capa de película (502) y la tercera capa de película (503).
 - 20
 15. El sistema de soldadura láser de la reivindicación 12, en el que la película portadora no absorbente (505) incluye un material plástico que carece de un aditivo absorbente de láser.

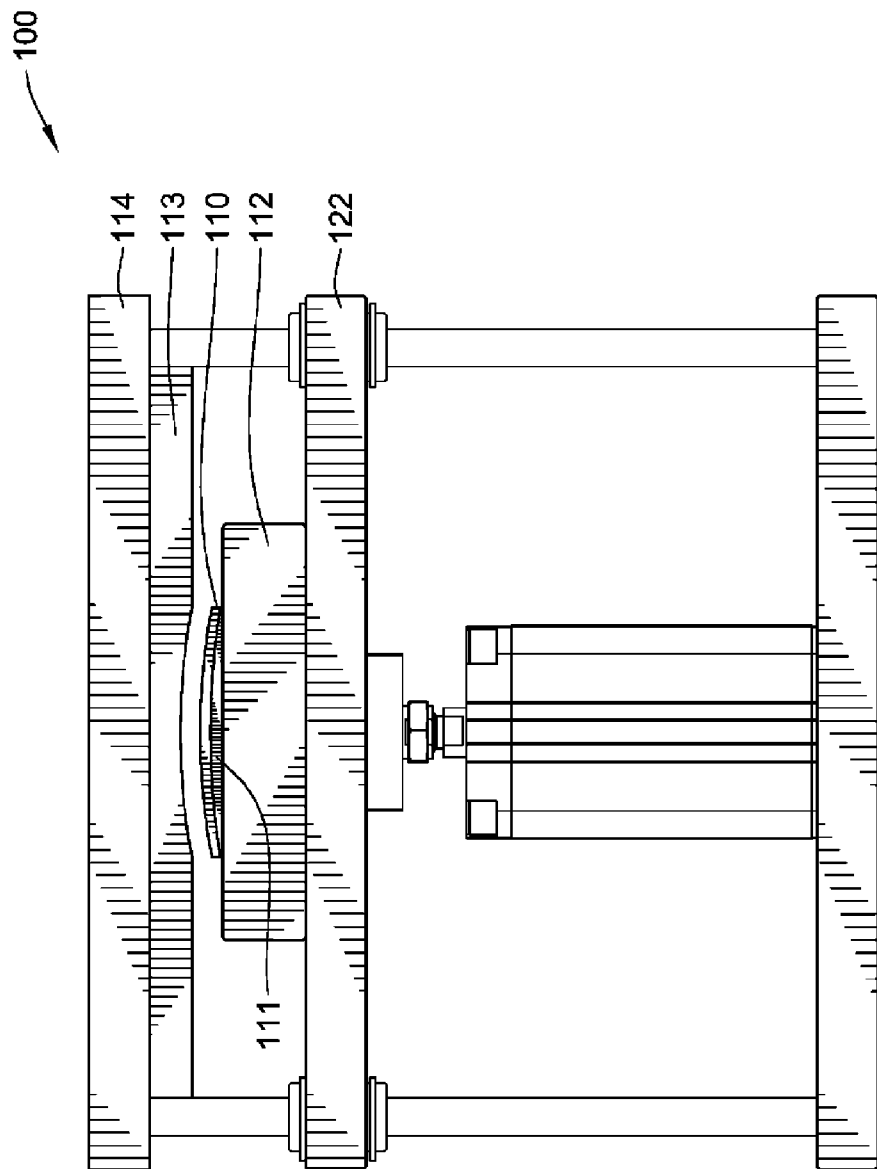


FIG. 1

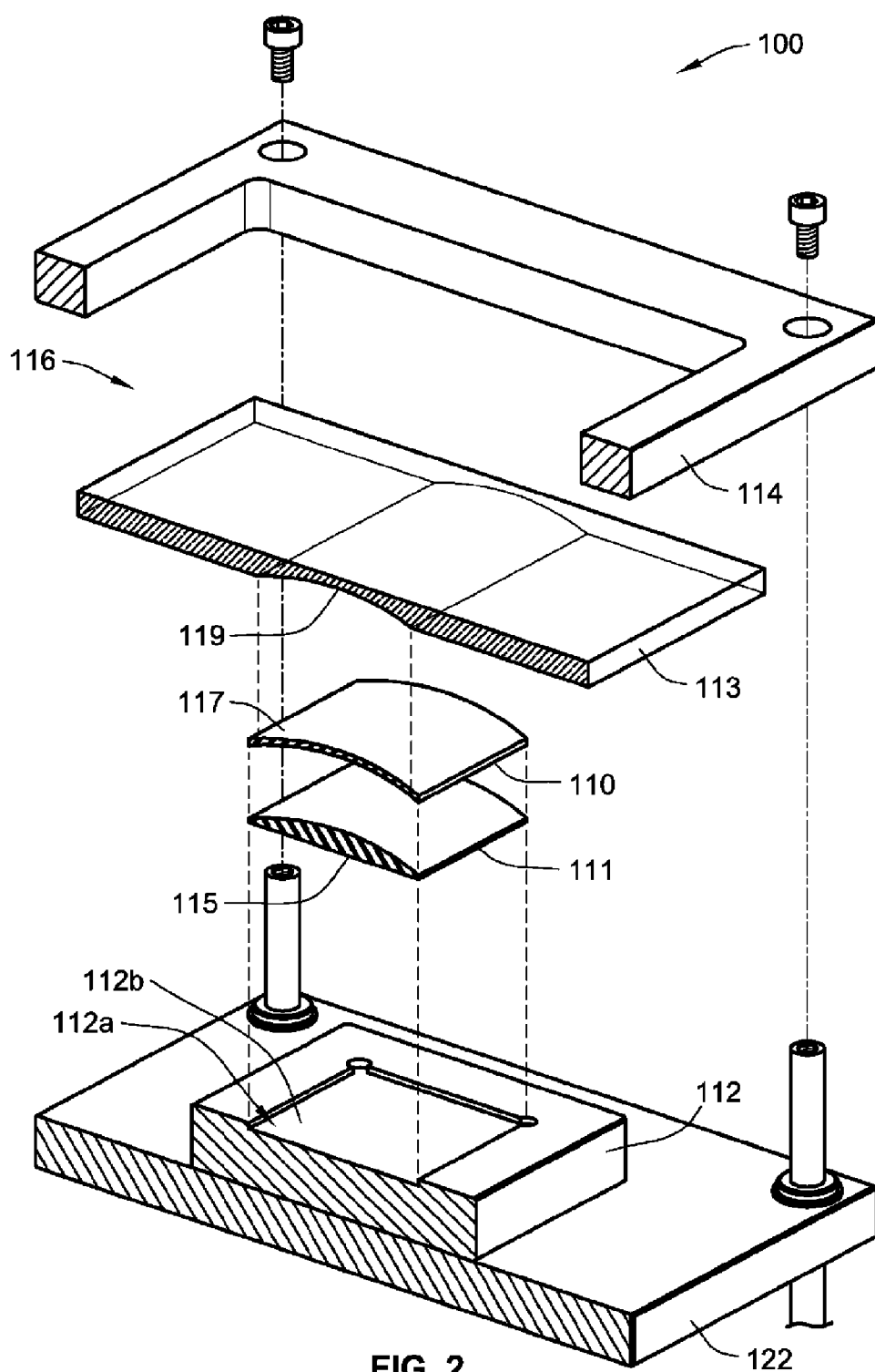


FIG. 2

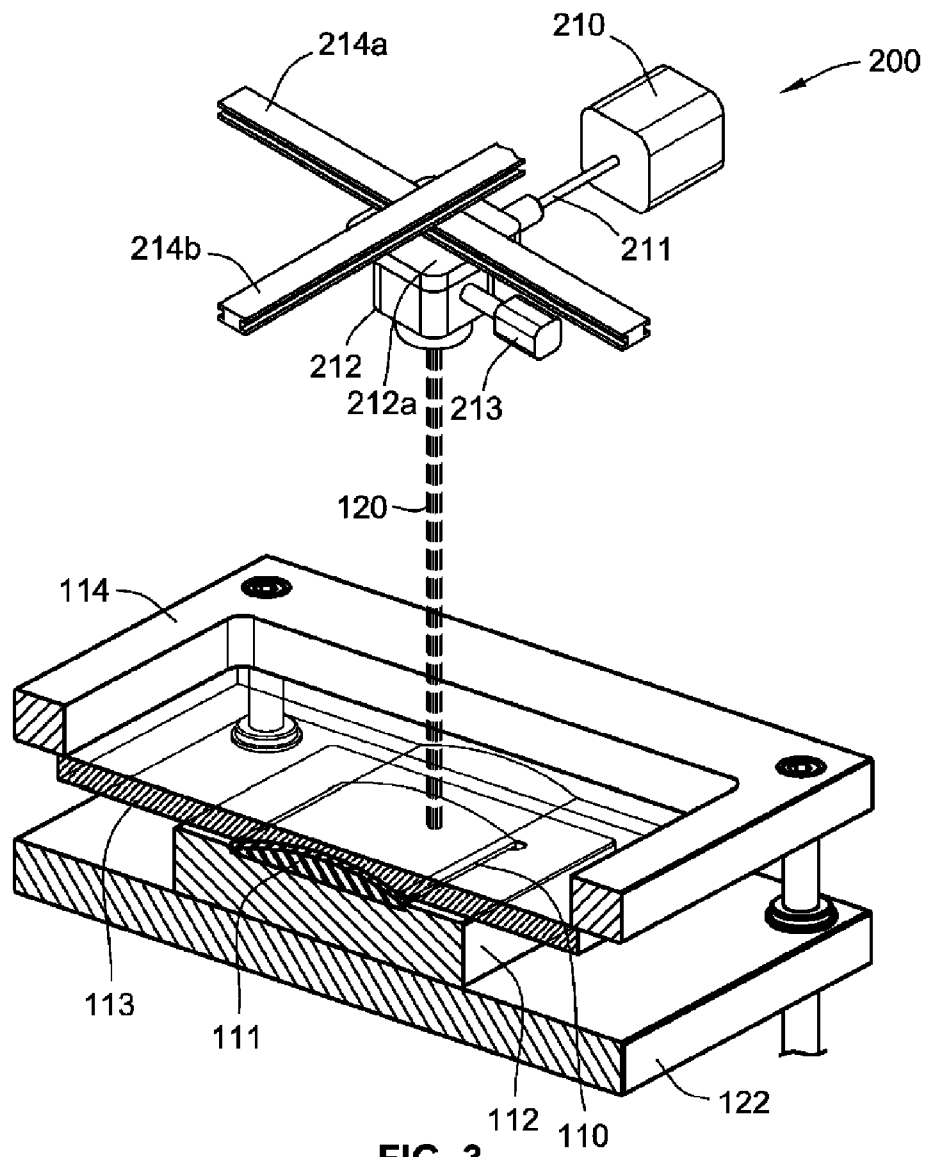


FIG. 3

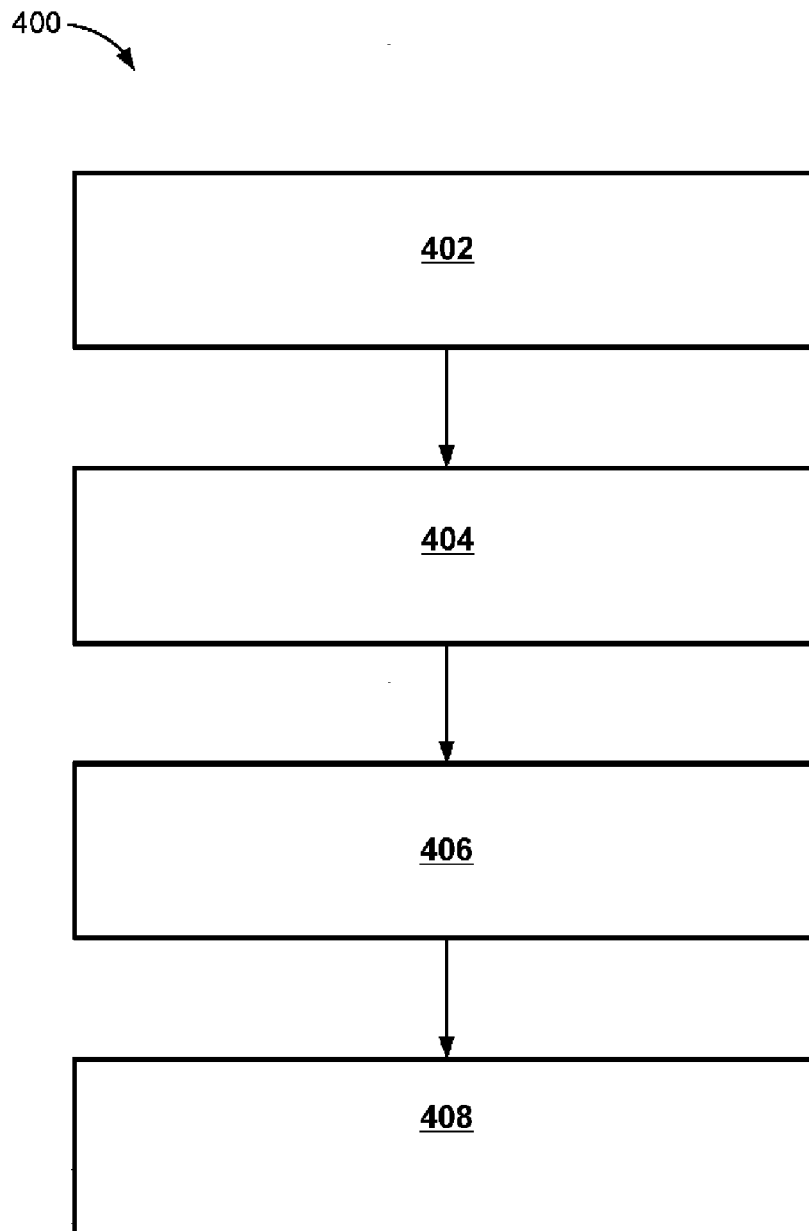
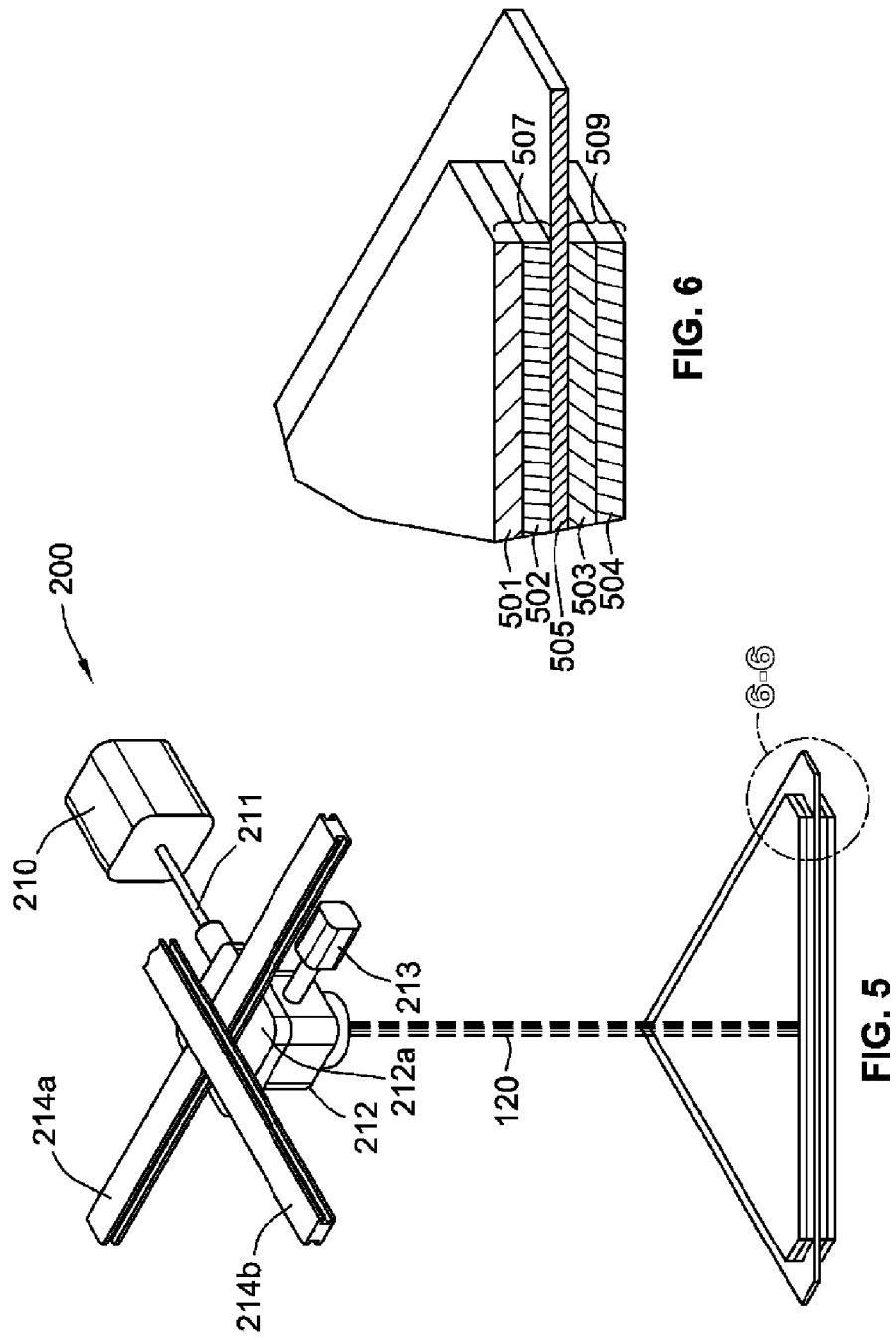


FIG. 4



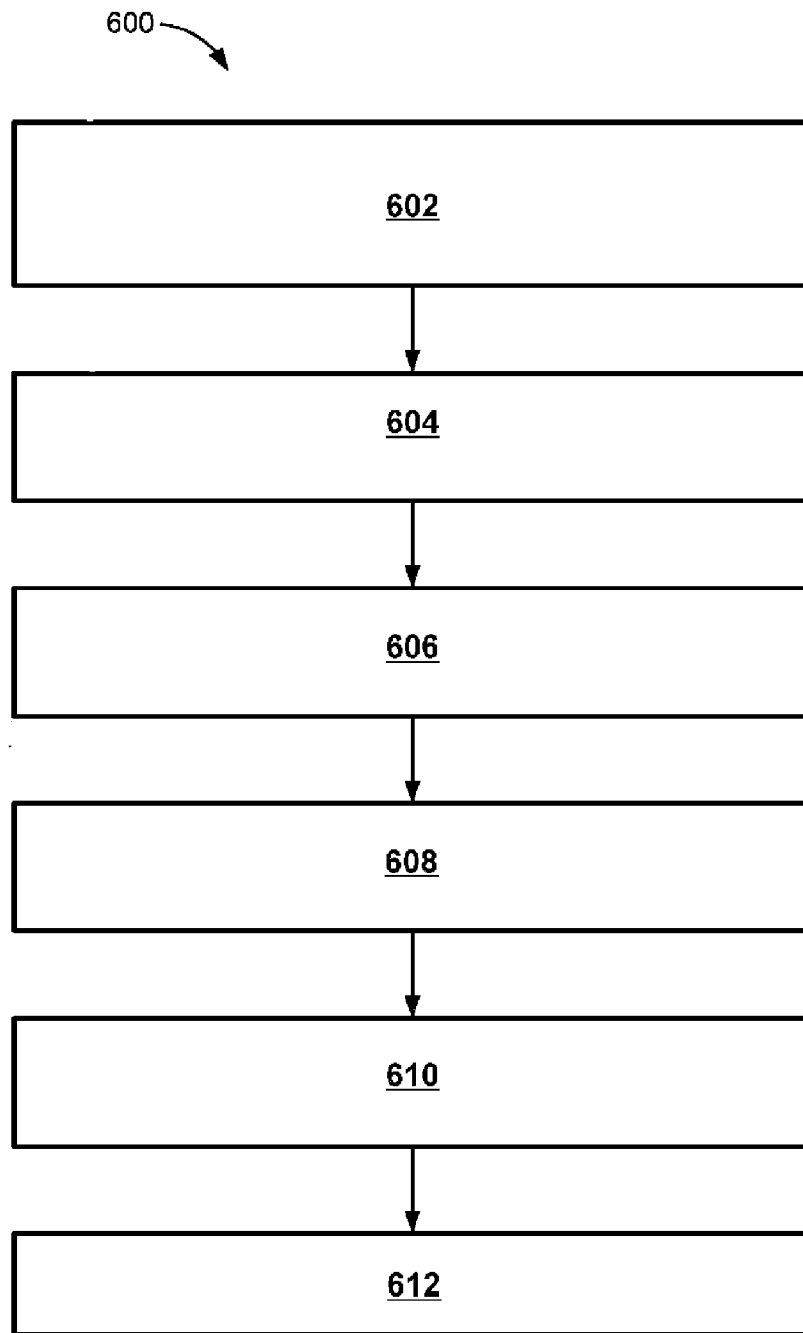


FIG. 7