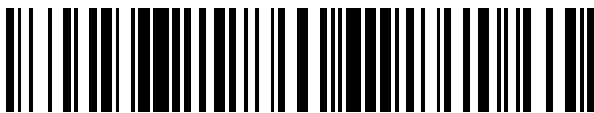




OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 734 598**

(21) Número de solicitud: 201830979

(51) Int. Cl.:

**B29C 70/38** (2006.01)

**B29C 70/56** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

(12)

## PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN

B2

(22) Fecha de presentación:

**10.10.2018**

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

**10.12.2019**

Fecha de concesión:

**24.04.2020**

(45) Fecha de publicación de la concesión:

**04.05.2020**

(73) Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (60.0%)**  
**Avda. Ramiro de Maeztu, nº 7**  
**28040 MADRID (Madrid) ES y**  
**AEON-T COMPOSITE TECHNOLOGIES, S.L. (40.0%)**

(72) Inventor/es:

**ABOU-ASSALI RODRÍGUEZ, Alejandro;**  
**CHACÓN TANARRO, Enrique;**  
**MUÑOZ GIJOSA, Juan Manuel** y  
**ESCOBAR ORELLANA, Rafael**

(74) Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

(54) Título: **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**

(57) Resumen:

Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto.

Comprende una matriz (1) sólida, un cuerpo deformable (2) unido a la superficie dicha matriz (1); un molde de conformado (3); y un sistema de sujeción (5) de la estructura de fibras (4). La matriz (1) es un elemento sólido que posee una cara funcional cuya geometría depende de la pieza que se desea fabricar. El cuerpo deformable (2) presenta una geometría inicial dependiente de la geometría que se desea conferir a la estructura de fibras (4). El molde de conformado (3) posee la geometría que se desea conferir a la estructura de fibras (4) en el proceso de adaptación sobre el molde de conformado (3), y el molde de conformado (3) se sitúa de tal forma que el cuerpo deformable (2) se encuentra ubicado entre dicho molde de conformado (3) y la matriz (1).

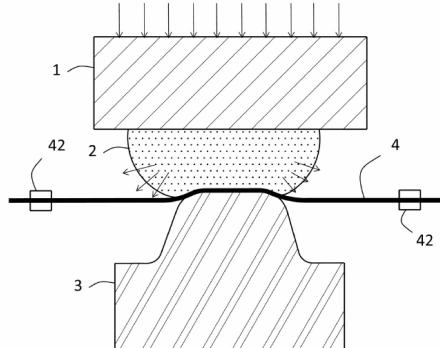


Figura 2

**DESCRIPCIÓN****MÁQUINA DE ADAPTACIÓN DE UNA ESTRUCTURA DE FIBRAS A UN MOLDE  
PARA LA FABRICACIÓN DE PIEZAS DE MATERIAL COMPUESTO**

5

**Objeto de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de adaptación de una estructura de fibras (carbono, aramida o vidrio son las más utilizadas a nivel industrial) a un molde tridimensional, obteniendo una preforma de fibras para la fabricación de piezas de composite.

10

**Sector Técnico**

Procesos de fabricación de piezas de composites, ingeniería de fabricación.

15 **Antecedentes de la invención y problema técnico a resolver**

La producción automatizada y de alta productividad de piezas de composite parte de una estructura plana de fibras (por ejemplo, la fibra de carbono, aramida o vidrio son las más utilizadas) alineadas según las direcciones principales de carga. Dichas fibras pueden encontrarse en forma de tejido o disponerse según una única dirección (unidireccional). Tras el apilado de cuantas capas sean necesarias, se procede a la adaptación de las fibras a la forma de la pieza que se desea fabricar, proceso que recibe el nombre de preformado. La preforma obtenida es sometida a continuación a un proceso de infiltración de resina, en el caso de que las fibras no se encuentren previamente impregnadas de resina, y seguidamente la pieza es curada aplicando presión y temperatura.

20

Entre la gran variedad de procesos de preformado existentes, el más habitual en la industria es el preformado por compresión debido a su alto grado de automatización y productividad, en el que las fibras son tensadas e introducidas entre dos moldes de preformado, macho y hembra, entre los cuales son comprimidas mediante una prensa.

25

Durante el preformado por compresión las fibras son propensas a sufrir defectos como arrugas, alineamiento según direcciones no deseadas, deformación de las hebras del tejido, formación de bucles, todos ellos debidos a la tensión en las fibras durante el proceso, a la fricción con el molde y al grado de complejidad de la pieza a fabricar. Estos defectos son especialmente graves si las fibras se encuentran previamente impregnadas de resina, conocidas como prepregs, en cuyo caso los fenómenos de

adherencia entre capas y entre fibras y molde son muy acusados, impidiendo un correcto deslizamiento entre capas y potenciando los defectos mencionados. Una pieza de composite que posea dichos defectos en la alineación de las fibras, ve comprometida su resistencia mecánica en las zonas en las que se da este fenómeno, obligando a los  
5 diseñadores a reforzar la pieza con una mayor cantidad de fibras, lo que incrementa el coste de producción de dicha pieza.

Los defectos en la dirección de las fibras son altamente dependientes de la complejidad de la pieza a fabricar, tendiendo a reducirse cuanto más sencilla y plana sea la pieza.  
10 Es decir, dichos defectos obligan a los diseñadores a subdividir piezas complejas en otras unidades más sencillas que puedan ser fabricadas. Este aumento del número de piezas viene acompañado de un considerable incremento del coste de producción, ya que cada uno de los sub-elementos precisa de su respectiva línea de fabricación. Por ello, es de gran interés industrial el desarrollo de procesos de adaptación de fibras que  
15 permitan evitar los defectos mencionados con piezas de geometría compleja. En la presente invención se presenta una solución a este problema.

#### **Descripción de la Invención.**

La presente invención describe una máquina de adaptación de una estructura de fibras  
20 a un molde, proceso también conocido en la industria como preformado, para la fabricación de piezas de material compuesto, que reduce considerablemente la fricción que actúa sobre las fibras durante el proceso, permitiendo incluso la adaptación de fibras pre-impregnadas de resina a moldes complejos, para lo cual no son aptos los procesos actuales de preformado por compresión debido a la aparición de defectos en la dirección  
25 de las fibras.

A diferencia de los procesos de preformado por compresión actuales, en los que el tejido es obligado a adquirir la forma de la pieza siendo comprimido entre dos moldes rígidos, en la presente invención el tejido (estructura de fibras) es introducido entre un molde  
30 rígido de conformado y un cuerpo fácilmente deformable que posee una forma inicial que no se detalla y que depende de la geometría de la pieza a fabricar. Mediante la deformación controlada de dicho cuerpo deformable sobre la estructura de fibras y el molde, se logra comprimir las fibras progresivamente contra dicho molde, adaptándose a éste con un nivel de tensiones muy reducido, evitando por tanto una gran cantidad de  
35 defectos en el alineamiento de las fibras que se producen a causa de dichas tensiones. La deformación controlada del cuerpo deformable se logra a través de dos métodos: bien dotando de movimiento a una matriz, o bien mediante un cuerpo deformable

elástico con cavidades interiores que son rellenadas con un fluido, provocando aumentos de volumen controlados. Es importante destacar que se contempla la combinación de los dos métodos.

- 5 La máquina comprende al menos los siguientes elementos: una matriz, un cuerpo deformable, un molde de conformado y un sistema de sujeción de las fibras.

La matriz es un elemento sólido similar a un molde, y posee una geometría que no se detalla, y que depende de la forma que se desea dar a la estructura de fibras. Su función

- 10 es servir de apoyo al cuerpo deformable que se encuentra unido a dicha matriz en una de sus caras.

El molde de conformado, que posee la forma que se desea conferir a la estructura de fibras, se posiciona de manera que el cuerpo deformable quede situado entre la matriz

- 15 y dicho molde.

La estructura de fibras está formada por al menos una capa de fibras, que pueden presentarse en cualquier configuración, como por ejemplo una disposición

- 20 unidireccional o en forma de tejido, y cuyas orientaciones son las requeridas para la pieza en cuestión en función de sus condiciones de carga. Las fibras pueden encontrarse impregnadas previamente de resina, material conocido como “prepreg”, o bien carecer de ella, denominándose como “fibras secas”.

Si el proceso de adaptación de las fibras así lo requiere, las capas pueden ser unidas

- 25 entre sí totalmente o bien en áreas concretas de las mismas, mediante la aplicación de adhesivos o siendo cosidas. El objetivo de esta unión es transmitir la tensión que genera un elemento de sujeción del sistema de sujeción a las capas que así lo requieran. En el caso de fibras ya impregnadas de resina, es posible aprovechar la propia adherencia de la resina para unir dos capas consecutivas, aplicando presión en zonas concretas o

- 30 simplemente mediante el efecto de la gravedad. Gracias a esto último se consigue simplificar la maquinaria requerida ya que se elimina la necesidad de implementar procesos adicionales como el cosido o la adición de adhesivos. Además, es posible suprimir los costosos sistemas de inyección de resina asociados al uso de preformas secas, que además son propensos a producir fallos en la pieza como depósitos de 35 resina, burbujas, porosidades o delaminaciones en el frente de avance de la resina.

- La máquina de adaptación de la estructura de fibras objeto de la presente invención, permite optimizar el tamaño de las capas de fibras, pudiendo algunas de ellas no llegar a cubrir el área total de la estructura de fibras correspondiente a la preforma completa. De este modo se reduce la cantidad de fibra empleada, disminuyendo por tanto el coste
- 5 asociado a cada pieza y permitiendo reforzar determinadas áreas de dicha pieza con un número mayor de capas dispuestas según la orientación necesaria. En este aspecto, existen similitudes con la invención WO 2015144411, que muestra un procedimiento de apilado de fibras en el que tampoco es necesario que cada capa cubra el área total de la preforma, reduciendo también la cantidad de fibras necesaria al optimizar el tamaño
- 10 y la posición de las capas. Sin embargo, en dicho procedimiento las capas se apilan y se unen a un sustrato que es el encargado de transmitir la tensión a las fibras. Dicho sustrato no existe en la presente invención, es decir, las capas pueden ser unidas entre sí o simplemente apiladas sin ejecutar unión alguna entre las mismas.
- 15 El sistema de sujeción, según la reivindicación 1, tiene la función de sujetar la estructura de fibras, permitiendo posicionar dicha estructura de fibras en la estación de preformado y al mismo tiempo proporcionar a las mismas la tensión necesaria durante el proceso de adaptación, permitiendo a cada capa deslizar relativamente entre sí cuando éstas lo requieran. El sistema de sujeción está formado por al menos un elemento de sujeción
- 20 que comprende: un marco inferior, láminas de separación, un marco superior, un sistema de enganche entre el marco inferior, láminas y marco superior, y un sistema de cierre.
- 25 El marco inferior y el marco superior o de cierre son los elementos estructurales del sistema de sujeción entre los que se sujeta a las fibras, y pueden estar fabricados a base de cualquier material, chapa de acero, aluminio, plásticos, etc, y son los encargados de aplicar presión sobre la estructura de fibras que se sitúan entre ellos a modo "sandwich". Se contempla que estos elementos presenten anclajes o elementos de unión que son necesarios para su manipulación, traslado o almacenamiento que no
- 30 se detallan.

Las láminas de separación son los únicos elementos que se encuentran en contacto con la estructura de fibras y cubren un área mayor o igual que el área efectiva de sujeción, es decir, el área de la estructura de fibras que es cubierta por el sistema de sujeción de fibras en el instante inicial del proceso de adaptación. Según la reivindicación 17, dichas láminas pueden ser fabricadas a base de cualquier material flexible, preferiblemente plásticos, y se encuentran recubiertas de un medio

antiadherente, como por ejemplo teflón o ciertas siliconas, para permitir el deslizamiento de varias capas de la estructura de fibras. Alternativamente, pueden ser fabricadas íntegramente con dicho material antiadherente.

- 5 Para asegurar un reparto homogéneo de la presión sobre la estructura de fibras, según la reivindicación 16, se contempla la colocación de un elemento elástico, del grosor que sea necesario, como por ejemplo espuma de PVC flexible, sobre la superficie de ambos marcos, concretamente en la cara adyacente a las láminas de separación, cubriendo un área mayor o igual que el área efectiva de sujeción. Se contempla también que las  
10 diversas capas de la estructura de fibras puedan sobresalir del elemento de sujeción en zonas que así lo requieran, por ejemplo, debido a que la geometría del molde de conformado al que se desea adaptar la estructura de fibras requiera una cantidad considerable de las fibras.
- 15 El sistema de enganche es necesario para evitar deslizamientos relativos entre los marcos inferior, superior y las láminas según su plano, y permitir el efecto de sujeción, y puede ser cualquier sistema de enganche geométrico, como por ejemplo pasadores o mecanismos de bisagra que vinculen dichos elementos. Se contemplan también soluciones mixtas formadas por pasadores y mecanismos de bisagra, como por ejemplo  
20 pasadores que unan el marco inferior y las láminas, y un mecanismo de bisagra que une el marco superior y el inferior. También cabe la posibilidad de conectar el marco superior y las láminas al marco inferior mediante mecanismos de bisagra.

Una solución concreta del sistema de enganche a base de pasadores, es la que se  
25 indica en la reivindicación 20, que comprende un pasador cilíndrico solidario al marco inferior y que atraviesa las láminas y el marco superior mediante unos orificios a medida, resultando el desplazamiento según la normal al plano de los elementos como único grado de libertad relativo.

- 30 El sistema de cierre aplica una fuerza regulada entre el marco superior y el marco inferior, con la que son comprimidas las capas de la estructura de fibras, e impide que dichos elementos se desencajen. Dicho sistema de cierre puede ser cualquier elemento mecánico, magnético o eléctromecánico como por ejemplo pinzas, imanes, cilindros neumáticos o hidráulicos, servomotores o cualquier otro sistema existente, que permita regular la fuerza de cierre e impedir que los elementos del sistema de sujeción se  
35 desmonten por accidente.

Un ejemplo de sistema de cierre es el elemento que es fijado al cilindro mediante una unión mecánica, y que posee un muelle, que no se detalla, en la parte donde contacta con el marco superior. Dicho sistema no se detalla puesto que no aportaría novedad ni actividad inventiva dada la una gran variedad de soluciones existentes en el mercado.

5

Otro ejemplo de sistema de cierre, en el caso de que el sistema de enganche entre el marco superior y marco inferior está compuesto por bisagras, es un actuador rotativo integrado en dicha bisagra que desplazar dichos marcos según su grado de libertad de rotación a modo de “pinza”.

10

Cabe señalar que los utilajes o anclajes de sujeción que puede poseer cada elemento de sujeción en su correspondiente marco inferior y/o marco superior sirven para almacenar, transportar, o manipular, preferiblemente mediante un sistema robotizado, y con la ayuda de un utilaje que no se detalla, todos los elementos de sujeción al mismo tiempo, que en su conjunto forman el sistema de sujeción de fibras completo.

15

Es importante destacar que el sistema de sujeción de fibras que se presenta como parte de esta invención, se caracteriza por sujetar directamente las fibras que van a formar parte de la preforma, en contraposición a la invención WO 2015144411 anteriormente mencionada, en cuyo sistema es sujetado únicamente un sustrato sobre el que se encuentran adheridas las distintas capas de fibras.

20

Dicho sistema de sujeción se caracteriza además por abarcar de manera total o parcial el contorno de la estructura de fibras.

25

Cabe destacar que las características del sistema de sujeción permiten que sea almacenado junto con la estructura de fibras en un paso intermedio de la producción si así se requiere.

30

El funcionamiento de la presente invención consiste en adaptar la estructura de fibras mediante la deformación progresiva y controlada del cuerpo deformable contra dicha estructura de fibras y el molde, obligando a dicha estructura de fibras a adoptar la forma de dicho molde. Gracias a la progresividad en la adaptación es posible reducir en gran magnitud la tensión entre capas respecto a procesos actuales de preformado por compresión permitiendo un deslizamiento relativo entre ellas gracias al sistema de sujeción de fibras, ya que se evita el bloqueo producido al entrar las fibras en contacto con el molde antes de llegar a su posición correcta en el mismo, eliminando por tanto

los fallos en el alineamiento de las fibras que dicho efecto generaba. La mejora es aún más notable en el caso de fibras preimpregnadas, en las que el mencionado efecto de bloqueo es de tal magnitud en los procesos actuales que impide incluso el conformado de geometrías sencillas.

5

En la realización preferente de la invención, y según la reivindicación 1, para lograr la deformación progresiva y controlada del cuerpo deformable, la matriz posee la capacidad de desplazarse hacia el molde, preferiblemente mediante una prensa, comprimiendo dicho cuerpo deformable contra la estructura de fibras y forzando a ésta 10 última a adoptar la forma de dicho molde.

10

Dicha matriz puede estar formada por uno o más elementos que se desplazan según un mecanismo que puede estar formado por diversos elementos como por ejemplo articulaciones, guías lineales, resortes, y que es accionado por al menos un actuador, 15 preferiblemente un cilindro hidráulico. El objetivo de dicho mecanismo es proporcionar un movimiento determinado a cada elemento de la matriz que ejerce presión sobre el cuerpo deformable, otorgando al sistema un mayor control sobre la trayectoria del cuerpo deformable y, por tanto, sobre la adaptación de la estructura de fibras. En un ejemplo de realización de la invención, el mecanismo es actuado únicamente por un 20 cilindro hidráulico y presenta articulaciones y un resorte que restringen el movimiento de los elementos de la matriz. Dichos elementos pueden poseer también movimientos independientes y ser desplazados mediante los cilindros hidráulicos.

20

Es importante destacar que también se contempla una combinación de las soluciones, 25 pudiendo algunos de los elementos de la matriz poseer su sistema de actuación independiente, y el resto de elementos encontrarse unidos mediante un mecanismo.

30

En la realización preferente de la invención, el cuerpo deformable es un material de baja resistencia, como por ejemplo arcilla húmeda, que se deforma fácilmente mediante procesos de deformación plástica o fluencia, es decir, una vez deformado y tras cesar 35 la presión, el cuerpo deformable no recupera su forma inicial, tal y como se recoge en la reivindicación 2. La secuencia de deformación plástica de este tipo de materiales y que se reivindica en esta realización de la invención resulta de vital importancia a la hora de adaptar las fibras sin provocar desalineaciones en las mismas, permitiendo un mayor grado de control de la adaptación.

Dicha forma inicial, que no se detalla ya que depende de la forma de la pieza a adaptar, es de gran importancia para el proceso.

En este caso, la máquina precisa adicionalmente de un sistema de restablecimiento de

5 la geometría inicial de dicho cuerpo deformable, de manera que sea posible repetir el proceso cíclicamente y sea apto para la producción en serie. De lo contrario la invención carecería de interés para la producción industrial. Dicho sistema de restablecimiento comprende un molde adicional que posee la forma inicial que se desea conferir al cuerpo deformable, y que es empujado y presionado contra la matriz mediante una prensa,  
10 quedando dicho cuerpo deformable entre éstos últimos elementos, siendo obligado por tanto a llenar la cavidad existente entre matriz y dicho molde adicional de restablecimiento. Para que el cuerpo deformable quede unido a la matriz, y no al molde adicional de restablecimiento, una vez el conformado de dicho cuerpo deformable ha terminado, se contempla la utilización de distintas texturas superficiales en el molde  
15 adicional de restablecimiento y matriz, de manera que la adherencia del cuerpo deformable a dicha matriz sea superior a la adherencia entre dicho cuerpo deformable y dicho molde adicional de restablecimiento, tal y como se describe en la reivindicación 8. Mediante el molde adicional el cuerpo deformable es forzado a adquirir su forma inicial para que pueda volver a ser utilizado para adaptar una nueva estructura de fibras.

20

Otra estrategia que se contempla, y que se refleja en la reivindicación 9, es la introducción de un film elástico entre el cuerpo deformable y dicho molde adicional de restablecimiento. Dicho film elástico puede ser solidario a dicho molde adicional de restablecimiento o ser introducido entre éste y dicho cuerpo deformable de manera  
25 independiente mediante un elemento de sujeción.

30

En una primera realización de la invención, el sistema de fijación del film es solidario al molde adicional de restablecimiento; en una segunda realización de la invención el sistema de fijación del film es solidario a la matriz; y en una tercera realización de la invención el sistema de fijación del film es un sistema independiente configurado para desplazarse relativamente con respecto al molde adicional y con respecto a la matriz.

35

Para controlar el volumen del cuerpo deformable durante el restablecimiento de su geometría y evitar que el material rebose, se utiliza una junta elástica capaz de sufrir grandes deformaciones; donde dicha junta elástica está situada sobre el contorno del molde de restablecimiento, de manera que al comprimir la matriz contra dicho molde, la junta impide que el material salga fuera del área de moldeo, lo cual modificaría el

volumen de material deformable disponible para la siguiente adaptación, impidiendo el correcto funcionamiento automatizado de la invención. Dicha junta elástica puede contener refuerzos locales o globales o presentar distintas secciones.

- 5 La junta elástica es deformable y puede estar situada sobre el molde de restablecimiento, según se describe en la reivindicación 13, o estar vinculada a la matriz según se describe en la reivindicación 14, en cuyo caso dicha junta elástica posee un faldón hacia el interior de la matriz que está en contacto con el material deformable y que sirve de barrera adicional para evitar que el material salga del volumen contenido  
10 entre el molde de restablecimiento y la matriz.

Para lograr la evacuación del aire que queda encerrado entre la matriz, el molde de restablecimiento y el material deformable, el film que separa el material deformable del molde de restablecimiento posee pequeñas perforaciones por las que el aire puede fluir pero no el material deformable. Complementariamente, el molde de restablecimiento posee una superficie porosa o con orificios conectados al exterior, permitiendo de esta manera la evacuación total del aire.

- En la realización principal de la invención, el sistema de sujeción de fibras debe poseer,  
20 según la reivindicación 2, un film elástico que separe la estructura de fibras del cuerpo deformable durante la adaptación, para evitar la contaminación de dicha estructura de fibras. Dicho film elástico puede ser un elemento externo al sistema de sujeción de fibras, que simplemente es colocado entre el cuerpo deformable y la estructura de fibras durante la adaptación; donde dicho film elástico se puede fijar a la matriz o al molde de  
25 conformado.

Dicho film elástico puede ir solidario también al sistema de sujeción mediante el anclaje al marco superior, al marco inferior o a ambos elementos mediante un sistema de fijación como son unas pinzas. El film puede ser colocado también entre el molde y la estructura de fibras, en caso de necesitar separar los citados elementos, ya que la estructura de fibras, en caso de encontrarse preimpregnada, puede poseer una adherencia excesiva al molde de conformado que dificultaría la extracción de dicha estructura de fibras una vez adaptada.

- 35 En otra realización de la invención, se contempla que el cuerpo deformable, según la reivindicación 3, sea un cuerpo que se deforma elásticamente sin llegar a la plasticidad o a la fluencia, como por ejemplo un elastómero, recuperando su forma original al cesar

la presión ejercida por la matriz, y en cuyo interior existe una estructura hueca de cavidades o conductos conectados o no entre sí, porosidades o cualquier combinación de las anteriores, llenas de un gas o un líquido. Dicho fluido se encuentra encerrado al no existir ninguna vía de escape. Mediante el diseño adecuado de la estructura interna

5 y su forma externa, es posible controlar las trayectorias de deformación que dicho cuerpo deformable presentará al ser comprimido debido al desplazamiento de la matriz que está configurada para desplazarse hacia el molde.

En otra realización de la invención, según la reivindicación 4, para lograr la deformación

10 progresiva y controlada del cuerpo deformable, dicho cuerpo es un material que se deforma elásticamente sin llegar a la plasticidad o a la fluencia, como por ejemplo un elastómero, y en cuyo interior existe una estructura de cavidades o conductos conectados o no entre sí, porosidades o cualquier combinación de las anteriores, llenas de un gas o un líquido. Dicho fluido puede entrar o salir al exterior mediante al  
15 menos un conducto conectado a un sistema de bombeo externo, el cual puede situarse en el interior de la matriz o dirigirse directamente al exterior desde el cuerpo deformable. Mediante la inyección del fluido el cuerpo deformable aumenta su volumen siguiendo una trayectoria concreta de deformación en función del diseño del mismo, logrando con ello la adaptación progresiva de la estructura de fibras al molde de conformado.

20

Se contempla también que la matriz esté formada por uno o más elementos que se desplazan según un mecanismo que puede estar formado por diversos elementos como por ejemplo articulaciones, guías lineales, resortes, y que es accionado por al menos un actuador, preferiblemente un cilindro hidráulico. El objetivo del actuador es proporcionar  
25 un movimiento determinado a cada elemento de la matriz, que ejercen presión sobre el cuerpo deformable, otorgando al sistema un mayor control sobre la trayectoria del cuerpo deformable y, por tanto, sobre la adaptación de la estructura de fibras.

30

En una realización de la invención, dicho actuador es accionado únicamente por un cilindro hidráulico, y presenta articulaciones y un resorte que restringen el movimiento de los elementos que conforman la matriz. Dichos elementos pueden poseer también movimientos independientes y ser desplazados mediante los cilindros hidráulicos.

35

Es importante destacar que también se contempla una combinación de varias soluciones descritas, pudiendo algunos de los elementos de la matriz poseer su sistema de actuación independiente, y el resto de elementos de la matriz encontrarse unidos mediante un determinado mecanismo.

La estructura de fibras se sitúa entre el cuerpo deformable y el molde, y está formada por al menos una capa de fibras, donde las fibras y las capas de fibras pueden estar unidas entre sí mediante adhesivos o procesos de cosido, y que pueden contener

5 insertos y piezas de núcleo como por ejemplo de espuma polimérica, corcho, madera o metal.

Las piezas que conforman la matriz pueden estar acopladas mediante algún tipo de mecanismo intermedio como por ejemplo articulaciones, guías lineales, resortes, etc, o

10 poseer cada una de ellas movimiento independiente siendo accionadas por sus respectivos actuadores mecánicos, como por ejemplo un cilindro hidráulico.

En todas las realizaciones de la invención, se contempla que los elementos de sujeción de fibras se encuentran sujetos mediante un sistema que comprende: un brazo flexible,

15 un soporte rígido y un mecanismo de desplazamiento.

El elemento de sujeción de fibras se encuentra sujeto al brazo flexible que se encuentra a su vez anclado por su otro extremo a un elemento móvil del mecanismo de desplazamiento. Dicho brazo es lo suficientemente flexible como para doblarse por 20 acción de la tensión de las fibras, de manera que el elemento de sujeción se alinee con dicha tensión, reduciendo el riesgo de desgarro de las fibras en el extremo del elemento de sujeción.

Para evitar la deflexión del conjunto formado por las fibras, el elemento de sujeción y el

25 brazo flexible, se coloca el soporte rígido debajo de dicho brazo flexible, donde dicho soporte se encuentra anclado al mismo elemento móvil del mecanismo de desplazamiento que dicho brazo flexible, es decir, un extremo del brazo flexible y el soporte rígido son solidarios.

El mecanismo de desplazamiento tiene la función de mover el conjunto de fibras según

30 la dirección requerida por el proceso de adaptación, predominantemente la dirección vertical, es decir, la dirección de desplazamiento de la matriz; donde dicho mecanismo de desplazamiento puede ser actuado por un elemento automatizado independiente, o por un empujador acoplado a la matriz, de manera que los movimientos de la matriz y el elemento móvil del mecanismo de desplazamiento se encuentren acoplados.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 muestra una vista en planta de una estructura de fibras con el sistema de sujeción de fibras según la reivindicación 1.

5 La figura 2 muestra una vista en corte del sistema de adaptación en los momentos iniciales de la fase de adaptación según la reivindicación 2.

La figura 3 muestra una vista en corte del sistema de adaptación en un punto intermedio de la fase de adaptación según la reivindicación 2.

10 La figura 4 es similar a la figura 2, mostrando características diferentes en el cuerpo deformable según la reivindicación 3.

La figura 5 es similar a la figura 4, mostrando otro método de deformación del cuerpo deformable según la reivindicación 4.

15 La figura 6 es similar a la figura 2, mostrando una matriz formada por distintos elementos con movimiento independiente.

20 La figura 7 es similar a la figura 6, mostrando un sistema de cavidades o poros en el cuerpo deformable.

La figura 8 es similar a la figura 3, mostrando una matriz formada por distintos elementos articulados accionados por un solo actuador.

25 La figura 9 es similar a la figura 8, mostrando diferentes características en el cuerpo deformable, según la reivindicación 3.

La figura 10 muestra una vista en corte de la máquina de adaptación en el instante final de la adaptación según la realización preferente de la invención.

30 La figura 11 muestra un esquema del proceso completo de obtención de una pieza de fibras adaptada.

35 En la figura 12 se muestra un esquema del sistema de restablecimiento integrado en la máquina de adaptación de fibras según las reivindicaciones 5 y 6.

En la figura 13 se muestra una vista en planta de una estructura de fibras sujetada mediante un sistema de sujeción de fibras según la reivindicación 1.

5 En la figura 14 se muestra la sección 14-14 de un elemento del sistema de sujeción de fibras según la figura 13.

En la figura 15 se muestra la sección 15-15 una sección de un elemento del sistema de sujeción de fibras según la figura 13.

10 La figura 16 es similar a la figura 14, mostrando el deslizamiento independiente que ha tenido lugar en las capas de fibras durante la adaptación.

La figura 17 es similar a la figura 14, mostrando en este caso el film elástico y un sistema de fijación.

15 En la figura 18 se muestra una vista en perspectiva de un elemento de sujeción que forma parte del sistema de sujeción de fibras.

20 En la figura 19 se muestra un esquema del montaje automatizable del sistema de sujeción de fibras.

En la figura 20 se muestra una sección de los elementos del sistema de restablecimiento de la geometría del cuerpo deformable según la reivindicación 14.

25 La figura 21 es similar a la figura 20, mostrando en este caso una junta solidaria a la matriz, según la reivindicación 15.

La figura 22 es similar a la figura 20, mostrando en este caso una sección durante la compresión del cuerpo deformable sobre un molde adicional.

30 La figura 23 muestra una vista en corte de un aparato de sujeción y guiado de unos elementos del sistema de sujeción de fibras.

Las figuras 24A y 24B se muestran posibles realizaciones del sistema de enganche vinculado al sistema de sujeción de las fibras.

**Descripción detallada de ejemplos de realizaciones de la invención.**

La figura 1 muestra una vista en planta de una estructura de fibras (4) según la reivindicación 1 que será posteriormente conformada o adaptada al molde tridimensional (3), y que está formada por una serie de capas (13) de distinta geometría y orientadas según los caminos de carga de la pieza de composite correspondiente. Las 5 capas (13) pueden estar unidas parcial o totalmente entre sí mediante el cosido o el uso de adhesivos. En caso de usar fibras impregnadas previamente de resina, o prepregs, es posible aprovechar la adherencia que genera la propia resina para unir dichas capas.

El objetivo de esta unión es transmitir la tensión generada mediante el sistema de 10 sujeción (5) de fibras a las zonas de la estructura de fibras (4) que así lo requieran, pudiendo en caso contrario, no realizar ninguna unión entre las capas (13). Dicho sistema de sujeción (5), que se muestra en detalle en las figuras 13-19, abarca al menos 15 parcialmente, el contorno de la estructura de fibras (4), y permite el deslizamiento de las fibras allí donde sea requerido, por ejemplo en zonas en las que debido a una geometría más abrupta, se necesite una mayor cantidad de fibras. El sistema de sujeción (5) de fibras posee en cada uno de sus elementos (42) puntos de anclaje que no se detallan, que permiten que, mediante un utilaje preparado para tal efecto, todos aquellos 20 elementos (42) sean sujetados al mismo tiempo, preferiblemente mediante un robot, para ser trasladados a las posiciones que sean necesarias, ya sea en vacío, o con las fibras (4) sujetadas.

Por ejemplo, para ser trasladados desde la zona de montaje (19) del sistema de sujeción (5), que se detalla en la figura 19, hacia la zona de adaptación (20), concretamente entre la matriz (1) y el molde de conformado (3).

25 Además, el concepto de sistema de sujeción (5) que se presenta, permite el almacenaje intermedio del mismo ya montado con las fibras (4), antes de ser llevado a la zona de adaptación (20), permitiendo absorber las desigualdades productivas de las fases de fabricación.

30 Es importante destacar que, el diseño de dicho sistema de sujeción (5) montado con las fibras (4) permite, tras ser instalado entre la matriz (1) y el molde de conformado (3), que cada elemento (42) posea un movimiento independiente durante la adaptación de las fibras, pudiendo así facilitar dicha adaptación en piezas de geometría compleja. Este sistema de guiado independiente no se detalla puesto que puede ser logrado mediante 35 una gran variedad de soluciones existentes en el mercado, como por ejemplo brazos robotizados.

La figura 2 muestra una vista en corte de la máquina de adaptación según la 2<sup>a</sup> reivindicación, concretamente en los instantes iniciales de la fase de adaptación de fibras. El sistema consiste en una matriz (1) que puede presentar distintas formas, en cuya superficie se encuentra adherido un cuerpo fácilmente deformable (2) que posee 5 una geometría inicial determinada y que depende de la forma de la pieza a fabricar. El molde (3) se sitúa de tal forma que el cuerpo deformable se encuentre entre dicho molde (3) y la matriz (1).

Tras posicionar la estructura de fibras (4) soportada por el sistema de sujeción (5) de 10 fibras entre el cuerpo deformable (2) y el molde (3), se procede a desplazar la matriz (1) hacia el molde con una velocidad determinada, según la reivindicación 2<sup>a</sup>, preferiblemente con ayuda de una prensa, de manera que el cuerpo deformable es comprimido contra el molde (3), obligando a la estructura de fibras (4) a adoptar progresivamente la forma del mismo, lo que permite la reducción de la tensión entre 15 capas, evitando la aparición de desalineaciones o arrugas en las fibras (4) y posibilitando la obtención de preformas a partir de fibras preimpregnadas de resina.

Durante la adaptación de las fibras (4) que se encuentran inicialmente dispuestas en un 20 plano bidimensional, se producen deslizamientos de las fibras (4) respecto a los elementos de sujeción (42) según van tomando éstas una forma tridimensional.

Es importante destacar que se contempla que los elementos de sujeción (42) posean movimiento independiente y según los grados de libertad que la adaptación de las fibras (4) requiera. Es decir, dichos elementos (42) podrían permanecer inmóviles durante todo 25 el proceso, desplazarse de manera libre según determinados grados de libertad, poseer movimiento forzado según dichos grados de libertad, o bien una combinación de las anteriores.

La figura 3 es similar a la figura 2, mostrando en este caso la fase de adaptación en una 30 estado más avanzado, en el que las estructura de fibras (4) ya ha adoptado parcialmente la forma del molde (3). Cabe destacar que, en el ejemplo que se muestra, el sistema de sujeción (5) de fibras mantiene la tensión necesaria pero permite al mismo tiempo el deslizamiento de las mismas.

La figura 4 es similar a la figura 2, mostrando el cuerpo deformable (2) características 35 diferentes, según la reivindicación 3<sup>a</sup>, deformándose dicho cuerpo (2) elásticamente, sin llegar a la plasticidad ni a la fluencia, y que posee cavidades, conductos, porosidades o cualquier combinación de las anteriores (6), y que contiene en su interior un gas o un

líquido encerrado. Mediante un diseño adecuado de dichas cavidades (6), se logra que el cuerpo se deforme según la secuencia óptima para la adaptación de la estructura de fibras (4). Nótese que el efecto de adaptación es el mismo que en el caso de las figuras 2 y 3, y que la diferencia son los fenómenos de deformación que tienen lugar.

5

La figura 5 muestra una vista en sección de la máquina de adaptación según la reivindicación 4<sup>a</sup>, en la que el cuerpo deformable (2) está fabricado a base de un material elástico, que se deforma sin llegar a la plasticidad ni a la fluencia, y que posee cavidades, conductos, porosidades o cualquier combinación de las anteriores (6), y que 10 contiene en su interior un gas o un líquido conectado al exterior a través de al menos un conducto (7).

10

En este caso, en lugar de desplazar la matriz (1) hacia el molde (3) para lograr la adaptación, se inyecta a través de al menos un conducto (7) un gas o un líquido en el 15 interior del cuerpo deformable (2) provocando un aumento de volumen en el mismo. Mediante el diseño adecuado de dichas cavidades (6) se puede controlar la secuencia de deformación para producir la adaptación deseada.

15

La figura 6 es similar a la figura 2, mostrando en este caso, tal y como contempla la 20 reivindicación 25<sup>a</sup>, una matriz (1) dividida en varios elementos (8) que son desplazados independientemente mediante actuadores mecánicos, preferiblemente cilindros hidráulicos (9), describiendo lo expuesto en la 2<sup>a</sup> reivindicación. Con ello se consigue un mayor control de la secuencia de deformación, permitiendo adaptar geometrías de molde más complejas.

25

La figura 7 es similar a la figura 6, mostrando en este caso un cuerpo deformable (2) según la reivindicación 3<sup>a</sup>, que se deforma elásticamente, sin llegar a la plasticidad ni a la fluencia, y que posee cavidades, conductos, porosidades o cualquier combinación de las anteriores (6), y que contiene en su interior un gas o un líquido encerrado.

30

La figura 8 es similar a la figura 3, mostrando en este caso una matriz (1) dividida en varios elementos (8) unidos mediante un mecanismo cualquiera (10), expuesto en la 26<sup>a</sup> reivindicación, el cual es accionado mediante un actuador mecánico, preferiblemente un cilindro hidráulico (9). Esta figura muestra un ejemplo de mecanismo (10) que contiene 35 articulaciones (11) y un resorte (12), a través de los cuales se consigue que todo el sistema trabaje con un único actuador (9).

La figura 9 es similar a la figura 8, mostrando en este caso un cuerpo deformable (2) elástico o viscoelástico que posee cavidades, conductos, porosidades o cualquier combinación de las anteriores (6), según la 3<sup>a</sup> reivindicación, y que contiene en su interior un gas o un líquido encerrado. Mediante un diseño adecuado de dichas 5 cavidades (6), se logra que el cuerpo se deforme según la secuencia óptima para la adaptación de la estructura de fibras (4).

La figura 10 muestra una vista en corte de la máquina objeto de la presente invención, en el momento de haber finalizado la adaptación de las fibras, concretamente tras el 10 instante indicado en la figura 3. En este caso, la matriz (1) se eleva retornando a su posición inicial y liberando las fibras (4) ya preformadas. Cabe destacar, como se menciona en la 1<sup>a</sup> reivindicación, que el sistema de sujeción (5) de las fibras permite el deslizamiento de las mismas en las zonas en las que sea necesario, pudiendo llegar a desprenderse (14B) de dicho sistema de sujeción (5) en el momento oportuno, allí 15 donde no ya no se requiera tensión de las fibras, o por el contrario, permanecer sujetas al sistema (14A) hasta el final del proceso de adaptación.

En el caso mostrado en la presente figura 10, el cuerpo deformable (2) es un material que se deforma plásticamente y que no recupera su geometría inicial al cesar la presión, 20 según la reivindicación 2<sup>a</sup>. Es preciso, por tanto, volver a conformar dicho cuerpo deformable (2) para conferirle su forma inicial. Es por ello que se contempla que la máquina comprenda adicionalmente un molde adicional (24) de restablecimiento, como se expresa en la reivindicación 5<sup>a</sup>.

25 La figura 11 muestra un esquema del proceso de obtención de la preforma de fibras, en el cual se integra la máquina expuesta en la presente invención, que corresponde en este caso a las zonas (18) (19) y (20).

30 La zona (17) se corresponde con la obtención de las piezas de fibras (13), mediante procesos ya existentes como el corte por control numérico (15) o sistemas de deposición de fibras automatizados (16), o AFP.

A continuación, la zona (18) se corresponde con la preparación las capas de fibras (13) 35 o capas, a través de un sistema de posicionamiento automatizado, como por ejemplo el robot (21).

Dentro de este espacio (18), se contempla además la realización de procesos de unión entre las capas que así lo requieran, como por ejemplo el cosido, la adición de un adhesivo, o la aplicación de presión entre dos o más capas (13) en el caso de encontrarse preimpregnadas de resina. Adicionalmente se pueden introducir piezas de

5 material de núcleo para composites como por ejemplo espumas poliméricas, corcho, madera o metal, e insertos de distintos materiales. Es importante destacar que los mencionados procesos adicionales que pueden tener lugar durante el paso (18) pueden ser realizados en distintas posiciones dentro de la línea de producción, y son ejecutados por herramientas automatizadas como por ejemplo los robots (39).

10

En la siguiente zona (19) se realiza la fijación de la estructura de fibras (4) en el sistema de sujeción (5) de fibras, que se detalla en la figura 19, donde las capas (13) son apiladas y encerradas entre las láminas (30) del sistema de sujeción, y pueden encontrarse previamente apiladas, cosidas, con material de núcleo o presentarse de 15 manera individual. Es importante destacar, que en el caso de presentarse de manera individual, es decir, sin operaciones adicionales de cosido, introducción de núcleo o pegado, las capas (13) pueden provenir directamente de la zona (17) de obtención de dichas capas.

20

En cuanto a la sujeción, nótese que abarca al menos parcialmente el contorno de dichas capas (13).

25

En la zona (20), correspondiente a la adaptación, se encuentran el molde de conformado (3) y la matriz (1) junto con el cuerpo deformable (2), donde se posiciona el sistema de sujeción (5), una vez ha sido montado junto con las fibras (4) en la zona (19). La colocación de dicho sistema de sujeción (5) junto con las fibras (4) se realiza preferiblemente mediante un robot (22) que posee un utilaje que sujet a cada uno de los elementos (42) del sistema de sujeción.

30

El molde adicional (24) de restablecimiento de la forma inicial del cuerpo deformable (2) no se encuentra detallado en la presente figura.

35

La figura 12 muestra un esquema del sistema de restablecimiento que forma parte de la máquina de adaptación de fibras objeto de la presente invención, en el que la adaptación de fibras y el restablecimiento se realizan en el mismo lugar (20), y mediante la misma prensa (23), según la 6<sup>a</sup> reivindicación, donde se expone que el molde (3) y el molde adicional (24) de restablecimiento poseen un sistema de movimiento (27) que

permite que se alineen alternativamente con la matriz (1). Nótese que cuando el molde adicional (24) de restablecimiento se alinea con dicha matriz (1), en la prensa (23), el molde de conformado (3) se desplaza a otra posición (26) en la que se prevé que un robot que recoja las fibras adaptadas (4), y posicione, sobre dicho molde de conformado

- 5       (3) unas nuevas fibras mediante el sistema de sujeción (5) que se plantea en la presente invención.

En la presente figura se muestra el funcionamiento de la máquina en el momento en el que la estructura de fibras (4) ya ha adoptado la forma requerida y el molde adicional de

- 10      restablecimiento comienza su desplazamiento hacia su posición en alineación con la matriz (1) al mismo tiempo en el que el molde de conformado (3) se desplaza hacia la zona (26).

Una vez posicionado dicho molde adicional (24) de restablecimiento en alineación con

- 15      la matriz (1), se procede a la compresión, mediante la prensa (23), del cuerpo deformable (2) entre dichos elementos (1) y (24) para recuperar la forma de dicho cuerpo deformable (2).

Es importante destacar que también se prevé que el restablecimiento se realice en otro

- 20      lugar distinto al de adaptación de fibras (20), en cuyo caso, recogido en la reivindicación 7<sup>a</sup>, la matriz (1) posee un sistema que le permite desacoplarse de la prensa (23) para ser trasladada a la posición que ocupa el molde adicional (24) de restablecimiento.

La figura 13 muestra una vista parcial en planta en la que se aprecian dos elementos

- 25      (42) que forman parte del sistema de sujeción (5) de fibras. La estructura de fibras (4) es sujetada en aquellas zonas donde sea necesario mediante al menos un elemento (42), los cuales poseen un sistema de cierre (28) que actúa en al menos un punto de cada elemento (42). Alternativamente se contemplan otros tipos de cierre como por ejemplo pinzas, pasadores o roscas. El marco superior o de cierre (31) es el elemento  
30      que otorga consistencia al sistema de sujeción junto con el marco inferior (29) situado debajo, por lo que no se visualiza en la presente figura.

La figura 14 muestra una vista en corte de la sección 14-14, indicada en la figura 13, de un elemento (42) del sistema de sujeción de fibras. En ella se visualiza el marco inferior

- 35      (29) que, junto con el marco superior o de cierre (31) aportan consistencia al sistema de sujeción, y pueden ser fabricados a base de cualquier material, según los requerimientos de cada preforma, por ejemplo chapa de aluminio, acero, o un material

polimérico. Entre ambos marcos (29) y (31) se sitúan láminas de separación (30) a ambos lados de cada capa de fibras (13). Dichas láminas (30) son fabricadas preferiblemente a base de un material flexible recubierto de un medio antiadherente, como por ejemplo teflón o silicona antiadherente, para permitir el deslizamiento de las 5 capas de fibras. Alternativamente pueden ser fabricadas directamente a base de dicho material antiadherente.

Entre cada uno de los marcos (29) y (31) y las láminas de separación (30) adyacentes se coloca un elemento elástico (32), como por ejemplo una espuma polimérica flexible 10 o un elastómero, que cubre un área (37) mayor o igual que el área efectiva de sujeción (36), es decir, la región de las fibras (13) que se encuentra cubierta por el elemento de sujeción (42) en el instante inicial del preformado. Dicho material flexible (32) envuelve a las fibras (13) y su objetivo es distribuir la presión que ejercen los marcos sobre las fibras (13) de manera homogénea, evitando así concentraciones de presión que puedan 15 provocar distorsiones en las direcciones de las fibras (13) al deslizar respecto a las láminas (30) debido a una fuerza de rozamiento excesiva.

Para asegurar la consistencia de cada elemento de sujeción (42), se coloca un sistema de enganche para que el marco inferior (29), las láminas de separación (30) y el marco 20 superior o de cierre (31) no posean desplazamiento relativo respecto a su plano. Este sistema de enganche es, según la presente figura, un elemento de enganche (33) (pasador cilíndrico) solidario al marco inferior (29) y que atraviesa los orificios a medida situados en las láminas (30) y el marco superior (31), de manera que el único movimiento permitido de los elementos entre sí es según la normal al plano de las fibras.

25 Adicionalmente, se sitúa el cierre (28) del sistema de sujeción, cuyo objetivo es ejercer la presión adecuada sobre las fibras (13) para así generar la tensión necesaria en las fibras mediante fenómenos de fricción. En la presente figura, dicho cierre (28) es un elemento que en el que se introduce el elemento de enganche (33) quedando retenido uno respecto del otro, por ejemplo mediante una unión roscada, un pasador, etc. De 30 esta manera el cierre (28) ejerce la fuerza requerida sobre el marco superior o de cierre (31).

Es importante destacar que está previsto que los marcos inferior (29) y superior (30) posean elementos de anclaje que no se detallan, y que sirven para su fijación en las 35 distintas zonas de la máquina de adaptación, así como para su transporte o almacenaje.

La figura 15 muestra una vista en corte de la sección 15-15, indicada en la figura 13, de un elemento (42) del sistema de sujeción de fibras, y es similar a la figura 14. En este caso el elemento de enganche (33) y el cierre (28) no se visualizan ya que se encuentran en otra sección del elemento de sujeción (42).

5

La estructura de fibras (4) sobresale (43) del sistema de sujeción para permitir una mayor distancia de deslizamiento de las fibras durante el proceso de preformado, en zonas que así lo requieran. Nótese que el elemento elástico (32) abarca todo el área (37) de los marcos inferior (29) y superior (31).

10

La figura 16 muestra la misma sección que la figura 14 en un instante posterior, concretamente, durante el proceso de preformado, en el que se aprecia como cada una de las capas de fibras (13) han deslizado de manera independiente respecto al elemento de sujeción (42), en la magnitud que así lo requiera el proceso.

15

La figura 17 muestra la misma sección que la figura 14, presentando en este caso un elemento adicional, concretamente, un film elástico (34), que es sujetado mediante un sistema de fijación (35) que no se detalla, como por ejemplo pinzas o un marco tensor, y que puede permitir o no el deslizamiento de dicho film (34).

20

La figura 18 muestra una vista en perspectiva de un elemento de sujeción de fibras (42) según la presente invención, en el que se visualizan las capas de fibras (13) colocadas entre las láminas de separación (30) situadas a su vez entre el marco inferior (29) y el marco superior o de cierre (31). Los elementos de cierre (28) proporcionan la fuerza de cierre que se transmite a las fibras a través de los marcos (29) y (31), gracias a la cual se consigue el efecto de tensado mediante fenómenos de fricción.

30

La figura 19 muestra un sistema de sujeción (5) de fibras desmontado, donde se aprecia la facilidad de automatización que presenta dicho concepto de sujeción. Para su montaje, en primer lugar, se coloca el marco inferior (29) sobre una superficie o utilaje (40) situado en la zona inferior (19B) de apilado de capas (13) y de montaje del sistema de sujeción de fibras, en la que existe un elemento de apoyo (41) que evita que las capas (13) se hundan durante el apilado. Posteriormente, preferiblemente mediante un sistema automatizado que contiene los elementos restantes del sistema de sujeción (5), se posiciona una lámina de separación (30). A continuación, preferiblemente mediante un sistema automatizado, como por ejemplo el robot (21), se coloca una capa de fibras (5) en la posición deseada. Se continúa el proceso colocando tantas capas (13) y

láminas (30) alternativamente como sea necesario para cada preforma, situando una última lámina (30) seguida del marco superior o de cierre (31). Finalmente se procede a instalar el cierre (28) para aplicar la fuerza necesaria sobre las fibras (13), de manera que exista la tensión requerida en las mismas durante su adaptación al molde de 5 conformado (3).

La figura 20 muestra una sección del sistema de restablecimiento indicado en la reivindicación 13<sup>a</sup>, en el que el molde adicional (24) de restablecimiento y la matriz (1) se posicionan de tal forma que el cuerpo deformable (2) se sitúe entre los mismos. El 10 film elástico (44) posicionado mediante la sujeción o utilaje (45), separa el cuerpo deformable (2) para que éste no se adhiera al molde adicional (24) de restablecimiento. Dicho film (44) posee unas perforaciones (47) que permiten la evacuación del aire que de otro modo quedaría encerrado entre el cuerpo deformable (2) y el film (44), siendo dichas perforaciones suficientemente pequeñas como para evitar que el cuerpo 15 deformable (2) sea extruido a través de ellas.

De esta forma, al comprimir la matriz (1) contra el molde adicional (24), se obliga al 20 cuerpo deformable (2) a adquirir la forma de dicho molde adicional (24) de restablecimiento, que es la requerida para volver a realizar el proceso de adaptación.

El sistema posee además una junta elástica (46) situada en el borde del molde adicional (24) y sobre el film elástico (44). Dicha junta elástica (46) es comprimida junto con el 25 cuerpo deformable (2) para evita que dicho cuerpo deformable se salga del volumen comprendido entre matriz (1) y molde adicional (24).

La figura 21 es similar a la figura 20, mostrando en este caso una junta (46) solidaria a la matriz (1) y que posee un faldón (49) que se encuentra encerrado entre dicha matriz y el cuerpo deformable (2), según la reivindicación 14<sup>a</sup>.

30 La figura 22 es similar a la figura 20, mostrando en este caso una sección durante la compresión del cuerpo deformable (2) sobre el molde adicional (24).

La figura 23 muestra una vista en corte del aparato de sujeción y guiado de los 35 elementos (42) del sistema de sujeción (5) de fibras (4), tal y como se describe en la reivindicación 27. Este sistema comprende un mecanismo de desplazamiento (52) que puede ser actuado mediante un sistema robótico, o empujado por un actuador (53) solidario a la matriz (1), y que permite que el elemento de sujeción (42) sea posicionado

en el lugar adecuado durante la adaptación. Para ello existe un brazo flexible (50) que se encuentra anclado en uno de los extremos al elemento móvil (54) del mecanismo de desplazamiento (52), siendo el otro extremo anclado al elemento de sujeción de fibras (42). Este brazo puede deformarse a flexión y a torsión, permitiendo que el elemento de sujeción (42) se alinee libremente con la dirección de tensión de las fibras, lo cual es fundamental para evitar que las capas de fibras (13) se adhieran entre sí antes de haberse adaptado a la forma del molde (3) correctamente. Dado que el brazo es flexible, antes de la adaptación, en la que las fibras están dispuestas en un plano bidimensional, los elementos de sujeción (42) podrían caer por su propio peso. Para evitar esto, se introduce un soporte rígido (51) situado debajo del brazo flexible (50) y que se encuentra anclado al elemento móvil (54) del mecanismo de desplazamiento (52).

Las figuras 24.A y 24.B muestran posibles realizaciones del sistema de enganche vinculado al sistema de sujeción (5) de las fibras, según la 1<sup>a</sup> reivindicación. Se representan unas vistas en corte de un elemento de sujeción (42) de dicho sistema de sujeción (5).

En la figura 24.A se muestra una realización mixta del sistema de enganche entre el marco inferior (29), láminas de separación (30) y marco superior (31), en la que el marco inferior y superior (29,31) están vinculados mediante un primer mecanismo de bisagra (55) que permite un movimiento relativo de rotación, mientras que las láminas de separación (30) están vinculadas al marco inferior (29) mediante un pasador (33) que las atraviesa. El sistema de cierre no está representado en esta figura, y puede ser un actuador rotativo que actúe sobre el primer mecanismo de bisagra (55) ejerciendo la fuerza necesaria para comprimir las fibras (13) entre los marcos inferior y superior (29,31).

En la figura 24.B se muestra un sistema de enganche compuesto por un primer mecanismo de bisagra (55) que une los marcos superior e inferior (31,29) por un lado, y unos segundos mecanismos de bisagra (55') que vinculan las láminas de separación (30) con el marco inferior (29) por otro lado. El sistema de cierre tampoco está representado en esta figura.

### **Aplicación Industrial**

Fabricación de piezas estructurales de composite que requieran alta calidad y elevada productividad.

**REIVINDICACIONES****1.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto, que comprende:**

- 5    - una matriz (1) sólida;
- un cuerpo deformable (2) que se encuentra unido a la superficie de dicha matriz (1), que puede presentar varias formas y que abarca un área mayor o igual que el área de la pieza a conformar;
- un molde de conformado (3);
- 10    - un sistema de sujeción (5) de la estructura de fibras (4);

donde:

- 15    - dicha matriz (1) es un elemento sólido que posee una cara funcional cuya geometría depende de la pieza que se desea fabricar; donde el cuerpo deformable (2) está unido a la cara funcional de la matriz (1), la cual está configurada para desplazarse hacia el molde de conformado (3) mediante un sistema de guiado lineal accionado por un actuador;

- 20    - dicho cuerpo deformable (2) es de un material que posee una rigidez al menos 100 veces inferior a la matriz (1) y al molde de conformado (3), donde el cuerpo deformable (2) presenta una geometría inicial dependiente de la geometría que se desea conferir a la estructura de fibras (4); y donde la compresión progresiva del cuerpo deformable (2) contra dicho molde de conformado (3), es la que provoca el efecto de adaptación de la estructura de fibras (4) al molde de conformado (3);

- 25    - dicho molde de conformado (3) posee la geometría que se desea conferir a la estructura de fibras (4) en el proceso de adaptación sobre el molde de conformado (3), y el molde de conformado (3) se sitúa de tal forma que el cuerpo deformable (2) se encuentra ubicado entre dicho molde de conformado (3) y la matriz (1);

caracterizada por que:

- 30    - dicho sistema de sujeción (5) de la estructura fibras (4) abarca al menos una parte del contorno de la estructura de fibras (4) mediante al menos un elemento de sujeción (42) que está configurado para poder desplazarse durante la adaptación de la estructura de fibras (4) al molde de conformado (3);

donde cada elemento de sujeción (42) comprende:

- 35    - un marco inferior (29) que cubre un área (38) mayor o igual a un área de sujeción efectiva (36); donde dicho marco inferior (29) incluye un sistema de anclaje a un elemento como es un utilaje o un mecanismo robotizado que permite desplazar el elemento de sujeción (42) durante la adaptación;

- unas láminas de separación (30), que cubren al menos el área de sujeción efectiva (36), situadas sobre dicho marco inferior (29); donde los planos de dichas láminas de separación (30) y el plano de dicho marco inferior (29) son paralelos; donde entre dichas láminas de separación (30) están colocadas unas capas (13) que forman parte
- 5        de la estructura de fibras (4) que se desea sujetar; y donde cada capa (13) queda siempre separada de otra capa (13) adyacente por una de las mencionadas láminas de separación (30);
- un marco superior (31) de cierre, que cubre al menos el área de sujeción efectiva (36), situado sobre las láminas de separación (30); donde el plano de dicho marco
- 10      superior (31) y los planos de las láminas de separación (30) son paralelos; donde dichas láminas de separación (30) están situadas entre el marco inferior (29) y el marco superior (31); y donde el marco superior (31) incluye un sistema de anclaje a un elemento como es un utilaje o un mecanismo robotizado que permite desplazar el elemento de sujeción (42) durante la adaptación;
- un sistema de enganche que vincula el marco inferior (29), láminas de separación (30) y marco superior (31); donde dicho sistema de enganche está configurado para impedir el desplazamiento relativo respecto a los planos en los que se encuentran dichos elementos (29, 30, 31);
  - un sistema de cierre que impide el desplazamiento relativo entre el marco inferior (29), las láminas de separación (30) y el marco superior (31) respecto a la dirección normal a los planos en los que se encuentran dichos elementos (29, 30, 31); donde dicho sistema de cierre está configurado para ejercer la fuerza de cierre requerida.

**2.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según la reivindicación 1, caracterizada por que incluye un film elástico (34) que está configurado para colocarse entre el cuerpo deformable (2) y la estructura de fibras (4); donde el cuerpo deformable (2) es un material de elevada plasticidad en virtud de la cual se deforma plásticamente de forma permanente durante el proceso de adaptación sobre el molde

30      de conformado (3).

**3.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según la reivindicación 1, caracterizada por que el cuerpo deformable (2) incluye en su interior una serie de cavidades estancas (6), llenas de un fluido seleccionado entre un gas y un líquido; donde el cuerpo deformable (2) es un cuerpo elástico en virtud de lo cual no sufre

deformaciones permanentes durante el proceso de adaptación sobre el molde de conformado (3).

**4.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según la reivindicación 1,

5 caracterizada por que el cuerpo deformable (2) incluye en su interior una serie de cavidades estancas (6), llenas de un fluido seleccionado entre un gas y un líquido; donde dicha estructura hueca estanca (6) conecta con un sistema de inyección y evacuación de fluido configurado para variar el volumen del cuerpo deformable (2) y  
10 para variar el grado de compresión del cuerpo deformable (2) sobre la estructura de fibras (4) contra el molde de conformado (3); y donde el cuerpo deformable (2) es un cuerpo elástico en virtud de lo cual no sufre deformaciones permanentes durante el proceso de adaptación sobre el molde de conformado (3).

**5.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según la reivindicación 2,

caracterizada por que comprende un molde adicional (24) configurado para devolver al cuerpo deformable (2) a su forma inicial mediante el prensado del molde adicional (24) sobre dicho cuerpo deformable (2) contra la matriz (1); donde dicho cuerpo deformable (2) se ubica entre la matriz (1) y el molde adicional (24); y donde el molde adicional (24) se requiere cuando el cuerpo deformable (2) no es un cuerpo de material elástico sino un cuerpo de material plástico que sufre deformaciones permanentes durante el proceso de adaptación.

**6.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según la reivindicación 5,

caracterizada por que el molde adicional (24) de restablecimiento y el molde de conformado (3) incluyen unos sistemas de desplazamiento (27) que están configurados para permitir que ambos moldes (3, 24) sean posicionados alternativamente en alineación con la matriz (1).

**7.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según una la reivindicación 5,

caracterizada por que la matriz (1) incluye un sistema de desplazamiento configurado para trasladar dicha matriz (1), mediante un mecanismo robotizado, hasta una posición en la que se encuentra el molde adicional (24) de restablecimiento; y donde dicha matriz (1) es comprimida contra dicho molde adicional (24).

8.- **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 5, 6 ó 7, caracterizada por que la cara funcional de la matriz (1) que se encuentra en contacto con el cuerpo deformable (2), y una superficie del molde adicional (24) de restablecimiento, poseen texturas superficiales con un grado de adherencia entre el cuerpo deformable (2) y la matriz (1) que es superior al grado de adherencia que la existente entre dicho cuerpo deformable (2) y dicho molde adicional (24) de restablecimiento; donde dicho cuerpo deformable (2) al separar la matriz (1) del molde adicional (24), queda adherido a dicha matriz (1) y no a dicho molde adicional (24).

9.- **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 5, 6 ó 7, caracterizada por que comprende adicionalmente un film (44) de material elástico, como el látex, que está situado sobre la superficie del molde adicional (24) de restablecimiento; donde dicho film (44) está colocado entre el cuerpo deformable (2) y dicho molde adicional (24) de restablecimiento; donde el film (44) está sujetado mediante un sistema de fijación (45) que no invade el espacio de dicho molde adicional (24); y donde el film (44) es un cuerpo seleccionado entre un cuerpo poroso y un cuerpo que posee unas perforaciones (47) que permiten evacuar el aire encerrado entre dicho film (44) y el cuerpo deformable (2).

10.- **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**, según la reivindicación 9, caracterizada por que el sistema de fijación (45) del film (44) es solidario al molde adicional (24) de restablecimiento.

11.- **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**, según la reivindicación 9, caracterizada por que el sistema de fijación (45) del film (44) es solidario a la matriz (1).

12.- **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**, según la reivindicación 9, caracterizada por que el sistema de fijación (45) del film (44) es un sistema independiente configurado para desplazarse relativamente con respecto al molde

adicional (24) y con respecto a la matriz (1); donde la fijación del film (44) es independiente con respecto al molde adicional (24) y con respecto al propio film (44).

**13.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según una cualquiera de las

5 reivindicaciones anteriores 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ó 12 caracterizada por que comprende adicionalmente una junta elástica (46) a base de un material elástico; donde dicha junta elástica (46) está situada en el contorno del molde adicional (24); y donde dicha junta elástica (46) puede contener cavidades, o refuerzos en su interior.

10 **14.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ó 12, caracterizada por que comprende adicionalmente una junta elástica (46) a base de un material elástico; donde la junta

15 elástica (46) es solidaria a la matriz (1) situándose a lo largo de su contorno; donde dicha junta elástica (46) posee un faldón (49) hacia un espacio interior de dicha matriz (1) que queda encerrado entre dicha matriz (1) y el cuerpo deformable (2); donde dicha junta elástica (46) está configurada para contener cavidades, o refuerzos en su interior.

20 **15.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 13 ó 14, caracterizada por que el molde adicional (24)

25 posee en su superficie de contacto una estructura de evacuación de aire (48) formada por ranuras o poros que permite la evacuación del aire encerrado entre el film (44) y dicho molde adicional (24) durante la recuperación de la geometría del cuerpo deformable (2) que está enfrentado a la superficie de contacto de la estructura de evacuación de aire (48).

30 **16.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el sistema de sujeción (5) de la estructura de fibras (4) comprende adicionalmente un elemento elástico (32), como es una espuma polimérica elástica, que está ubicado entre el marco superior (31) y la

35 lámina de separación (30), y entre el marco inferior (29) y la lámina de separación (30); donde dicho elemento elástico (32) cubre un área (37) mayor o igual que el área de sujeción efectiva (36).

17.- **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las láminas de separación (30)

5 comprenden un material seleccionado entre un material antiadherente, y cualquier material flexible recubierto de dicho material antiadherente.

18.- **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**, según la reivindicación 2,

10 caracterizada por que el film elástico (34) está fijado a un elemento seleccionado entre la matriz (1) y el molde de conformado (3).

19.- **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**, según la reivindicación 2,

15 caracterizada por que el sistema de sujeción (5) de la estructura de fibras (4) comprende adicionalmente el film elástico (34); donde dicho film elástico (34) está fijado bien al marco inferior (29), bien al marco superior (31) a ambos elementos (29, 31); donde dicho film elástico (34) se sujetta mediante un sistema de fijación (35), como son unas pinzas.

20

20.- **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el sistema de enganche que vincula

el marco inferior (29), láminas de separación (30) y marco superior (31), comprende al menos un elemento de enganche (33) seleccionado entre un pasador cilíndrico y una barra roscada; donde

dicho elemento de enganche (33) es solidario bien al marco superior (31) o bien al marco inferior (29);

dicho elemento de enganche (33) está dispuesto en una dirección perpendicular a los planos del marco inferior (29), láminas de separación (30) y marco superior (31);

el elemento de enganche (33) atraviesa las láminas de separación (30) y el respectivo marco (29 ó 31) a través de unos orificios incluidos en dichas láminas de separación (30) y en el respectivo marco (29 ó 31).

35 21.- **Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto**, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 19, caracterizada por que el sistema de enganche que

vincula el marco inferior (29), láminas de separación (30) y marco superior (31) comprende un primer mecanismo de bisagra (55) y unos segundos mecanismos de bisagra (55'); donde el marco superior (31) está conectado al marco inferior (29) mediante el primer mecanismo de bisagra (55); y donde las láminas de separación (30) están conectadas al marco inferior (29) mediante los segundos mecanismos de bisagra (55').

**22.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según cualquiera de las

10 reivindicaciones anteriores 1 a 19, caracterizada por que el sistema de enganche que vincula el marco inferior (29), láminas de separación (30) y marco superior (31) comprende un primer mecanismo de bisagra (55) y un elemento de enganche (33) como es un pasador cilíndrico o una barra roscada; donde el marco superior (31) está conectado al marco inferior (29) mediante el primer mecanismo de bisagra (55); y 15 donde el elemento de enganche (33) atraviesa las láminas de separación (30) y está unido al marco inferior (29).

**23.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según la reivindicación 20,

20 caracterizada por que el sistema de cierre (28) está vinculado al pasador cilíndrico (33).

**24.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según una cualquiera de las

25 reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la matriz (1) está formada por varias piezas (8) móviles que están configuradas para desplazarse hacia el molde de conformado (3); donde dichas piezas (8) comprimen el material del cuerpo deformable (2) y son accionadas mediante al menos un actuador mecánico (9).

30 **25.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según la reivindicación 24, caracterizada por que las piezas (8) móviles están acopladas de forma independiente a sendos actuadores mecánicos (9).

35 **26.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la fabricación de piezas de material compuesto,** según la reivindicación 24, caracterizada por que las piezas (8) móviles están acopladas de forma conjunta a un

único actuador mecánico (9) por mediación de un mecanismo (10) intermedio que vincula la piezas (8) móviles al actuador mecánico (9).

**27.- Máquina de adaptación de una estructura de fibras a un molde para la**

5 **fabricación de piezas de material compuesto**, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los elementos de sujeción (42) del sistema de sujeción (5) de fibras (4) se encuentran sujetos por un sistema que comprende:

- un mecanismo de desplazamiento (52) que es actuado mediante un sistema robótico,

10 o empujado por un actuador (53) solidario a la matriz (1);

- un brazo flexible (50) que se encuentra anclado por uno de sus extremos a un elemento móvil (54) del mecanismo de desplazamiento (52); donde el otro extremo del brazo flexible (50) se encuentra anclado al elemento de sujeción (42) de fibras;

- un soporte rígido (51) situado debajo del brazo flexible (50); donde dicho soporte

15 rígido (51) está configurado para impedir que dicho brazo flexible (50) y el elemento de sujeción (42) de fibras caigan por su propio peso; y donde dicho soporte rígido (51) está anclado al elemento móvil (54) del mecanismo de desplazamiento (52).

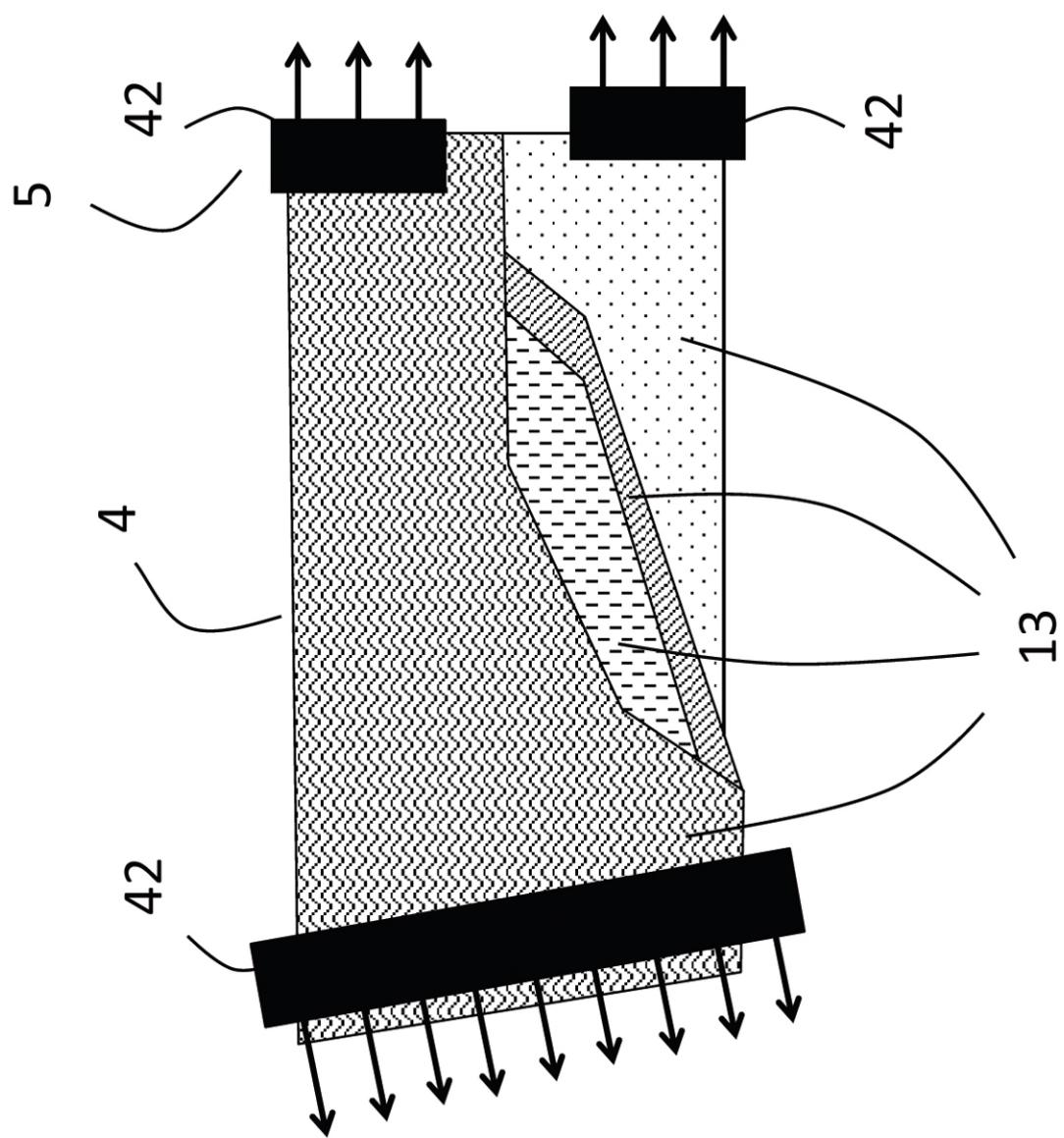


Figura 1

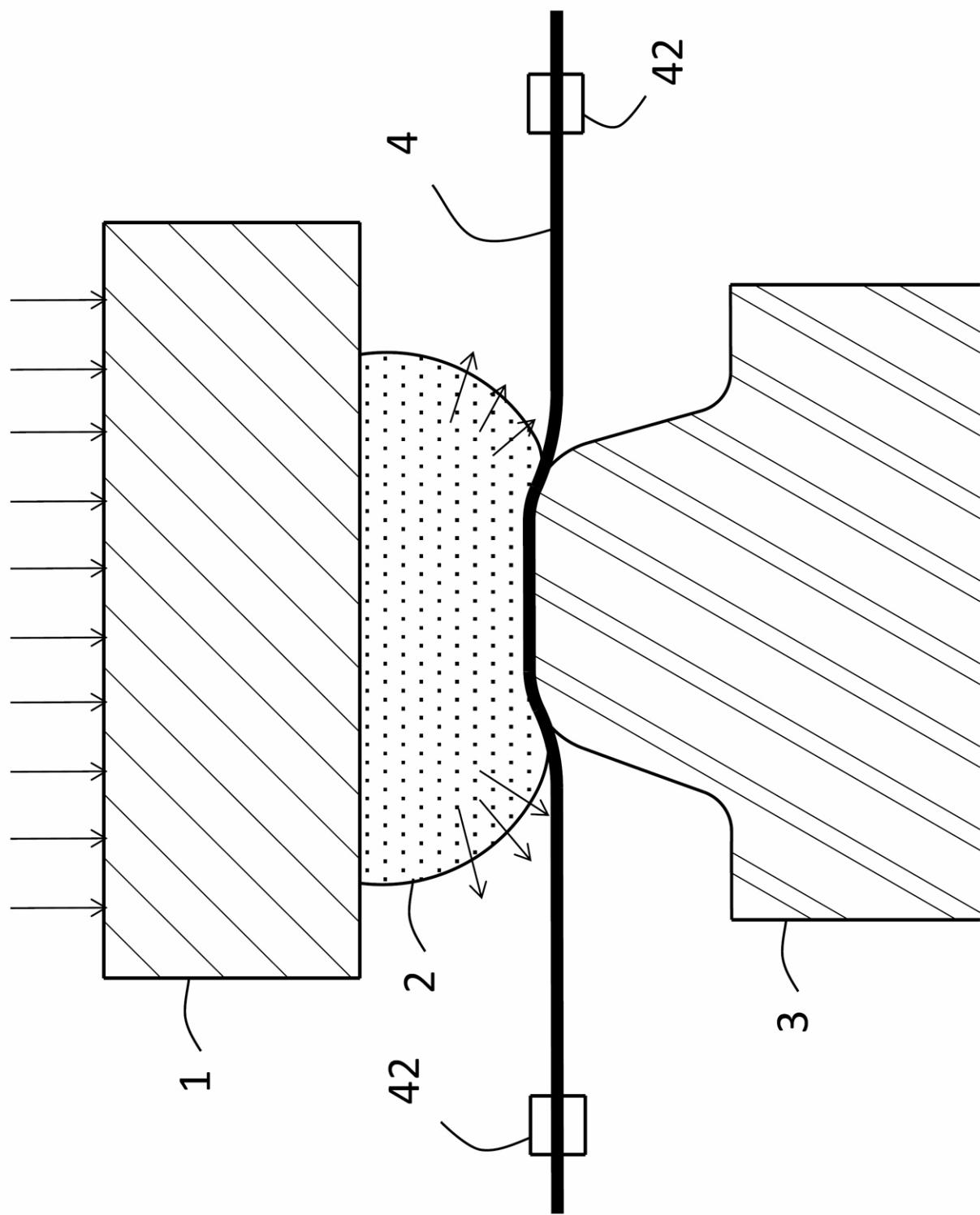


Figura 2

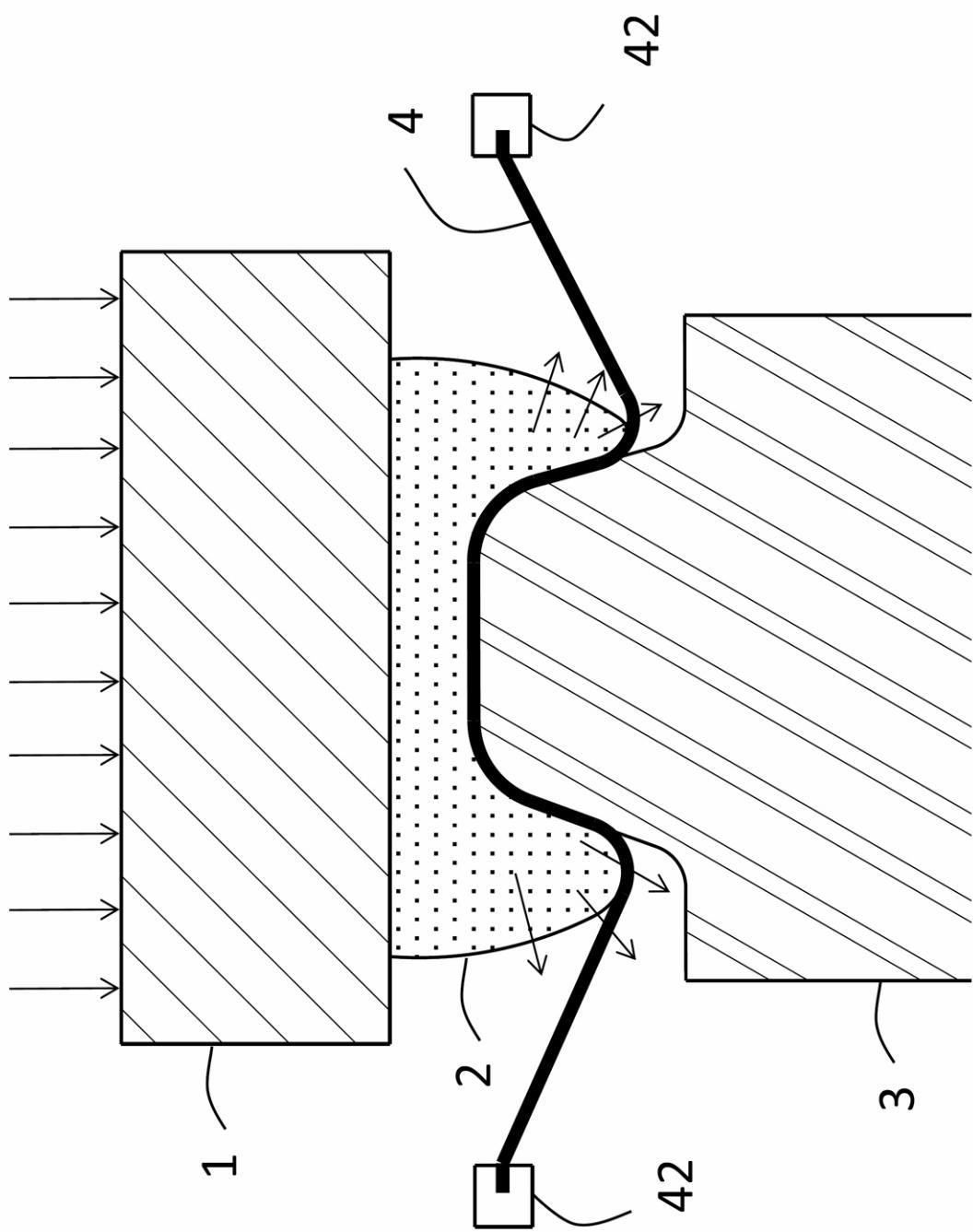


Figura 3

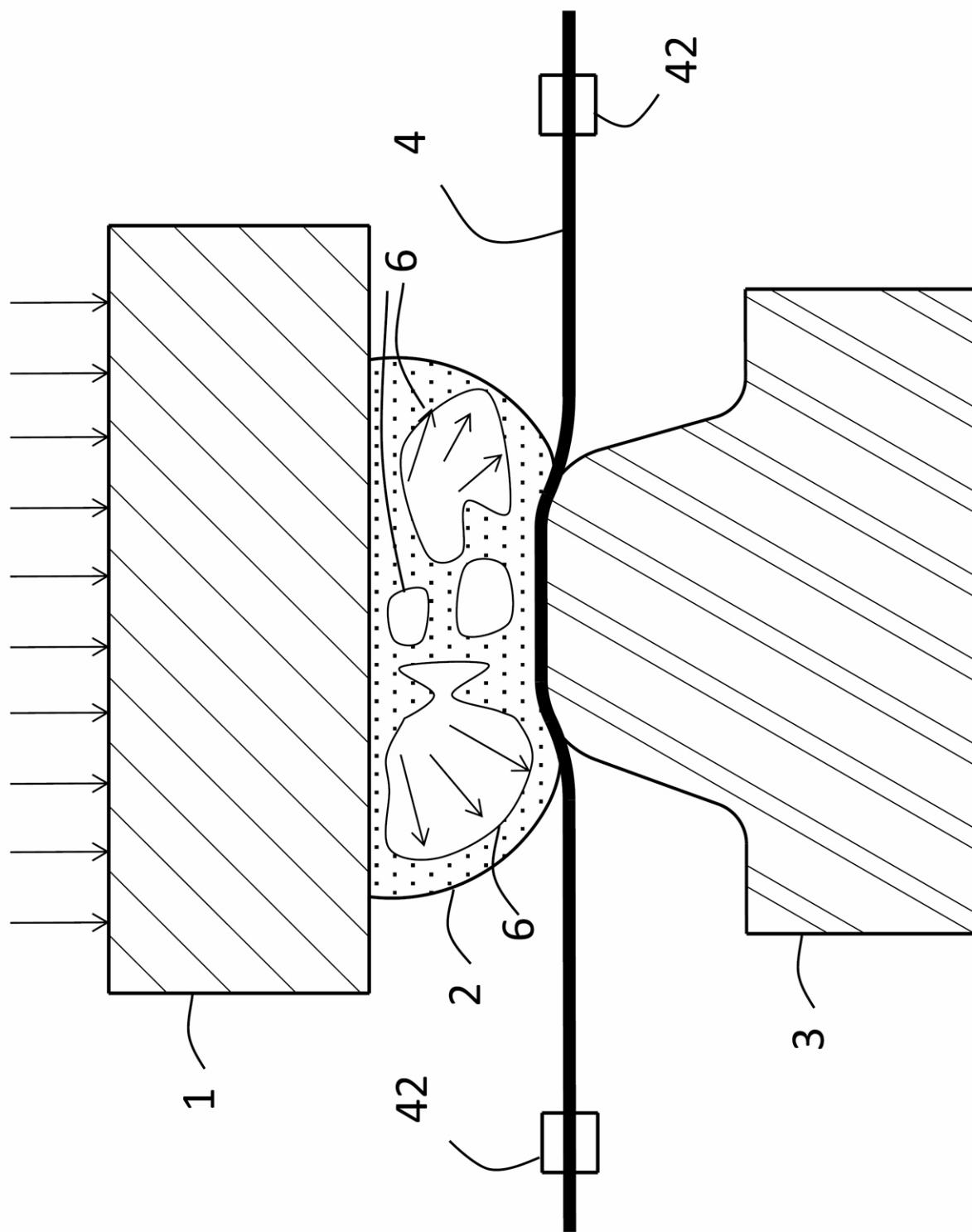


Figura 4

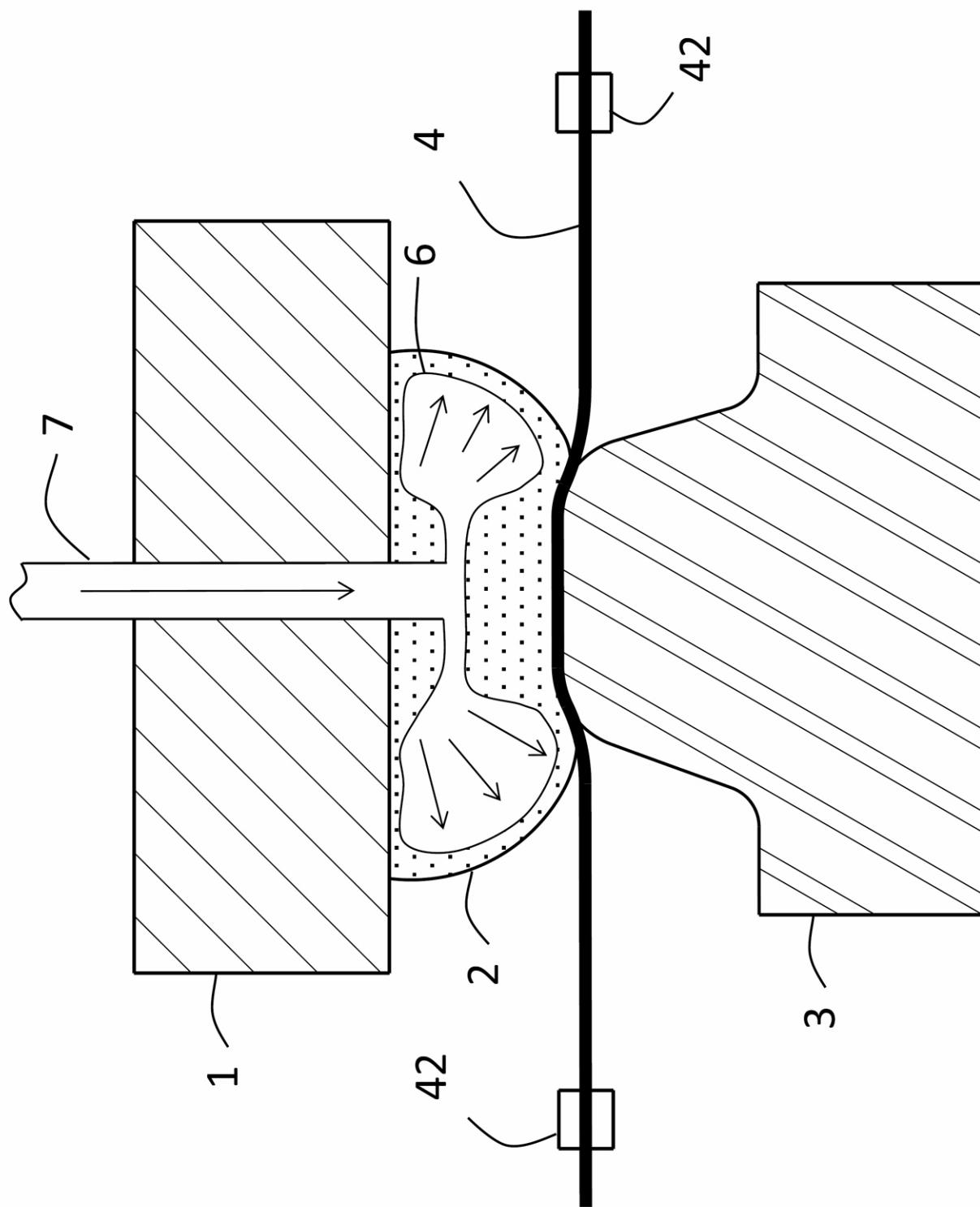


Figura 5

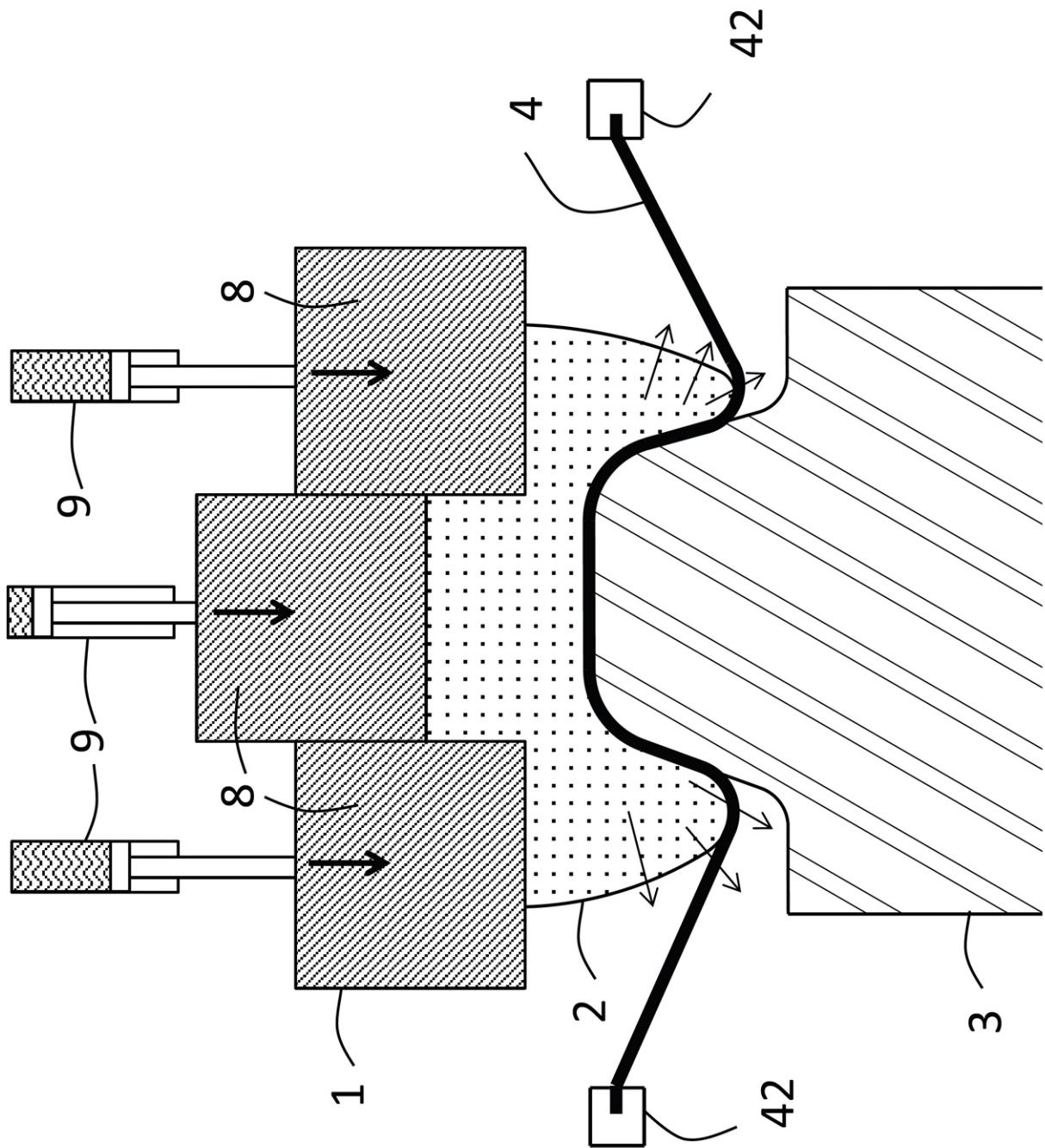


Figura 6

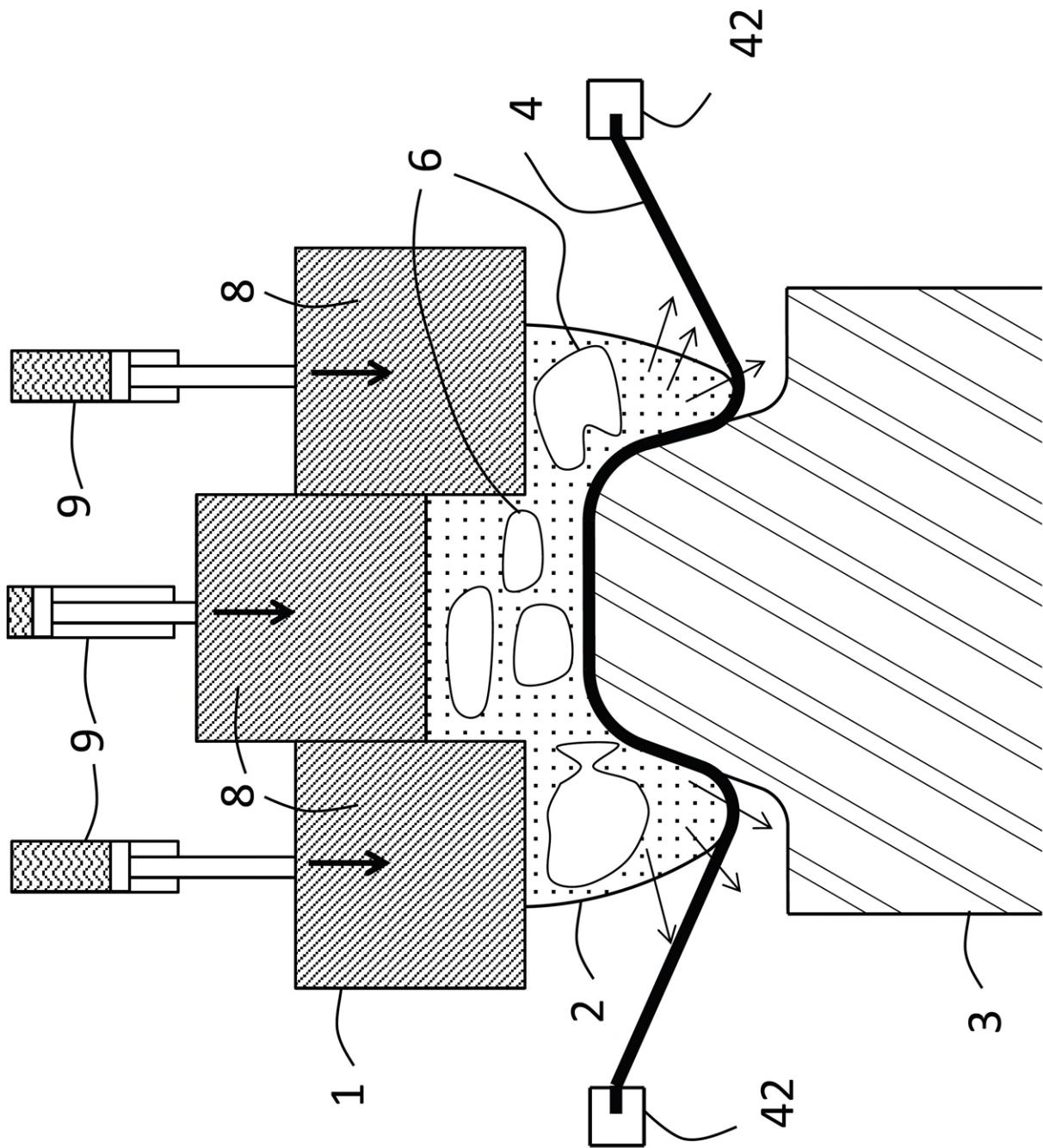


Figura 7

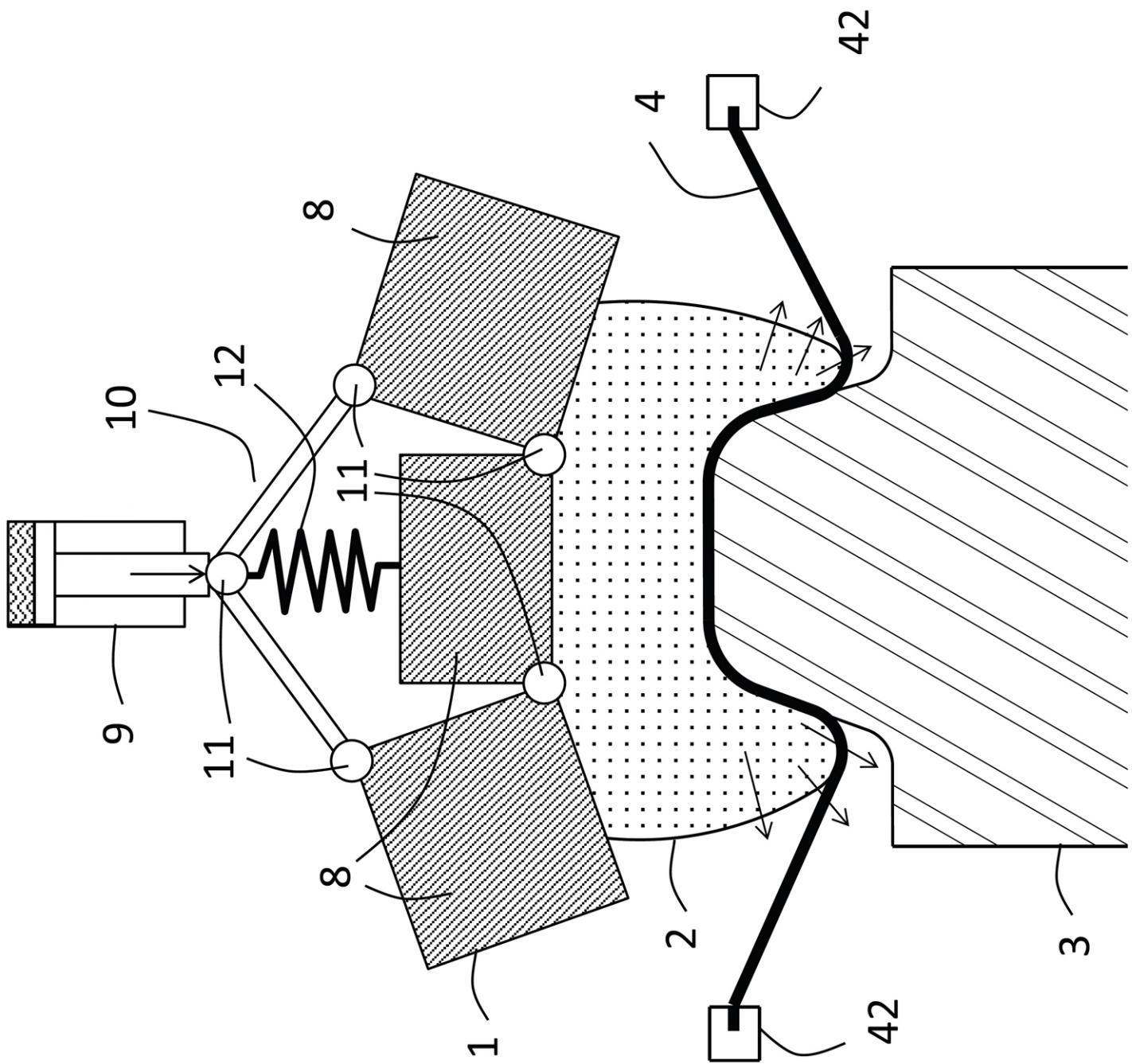


Figura 8

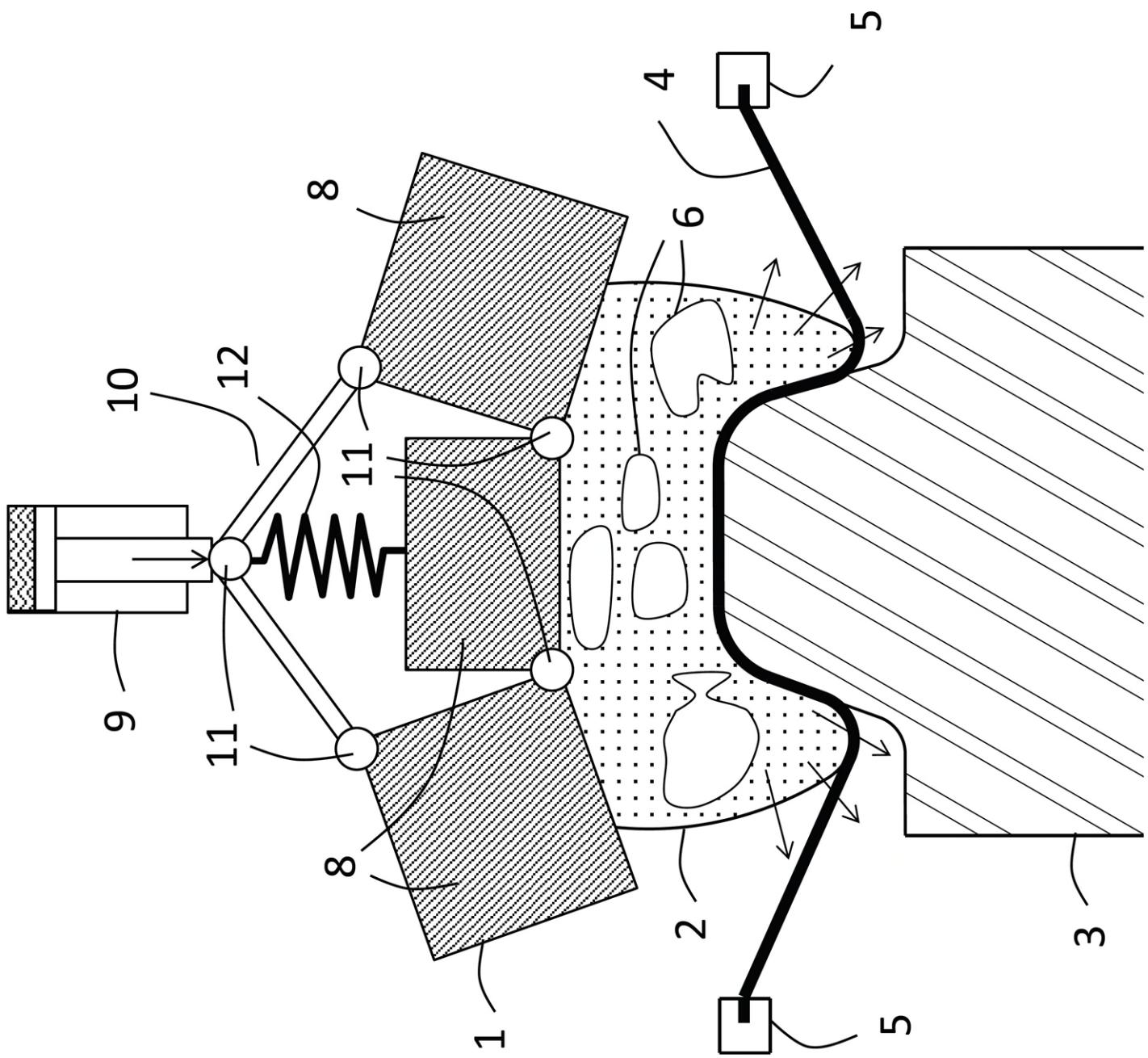


Figura 9

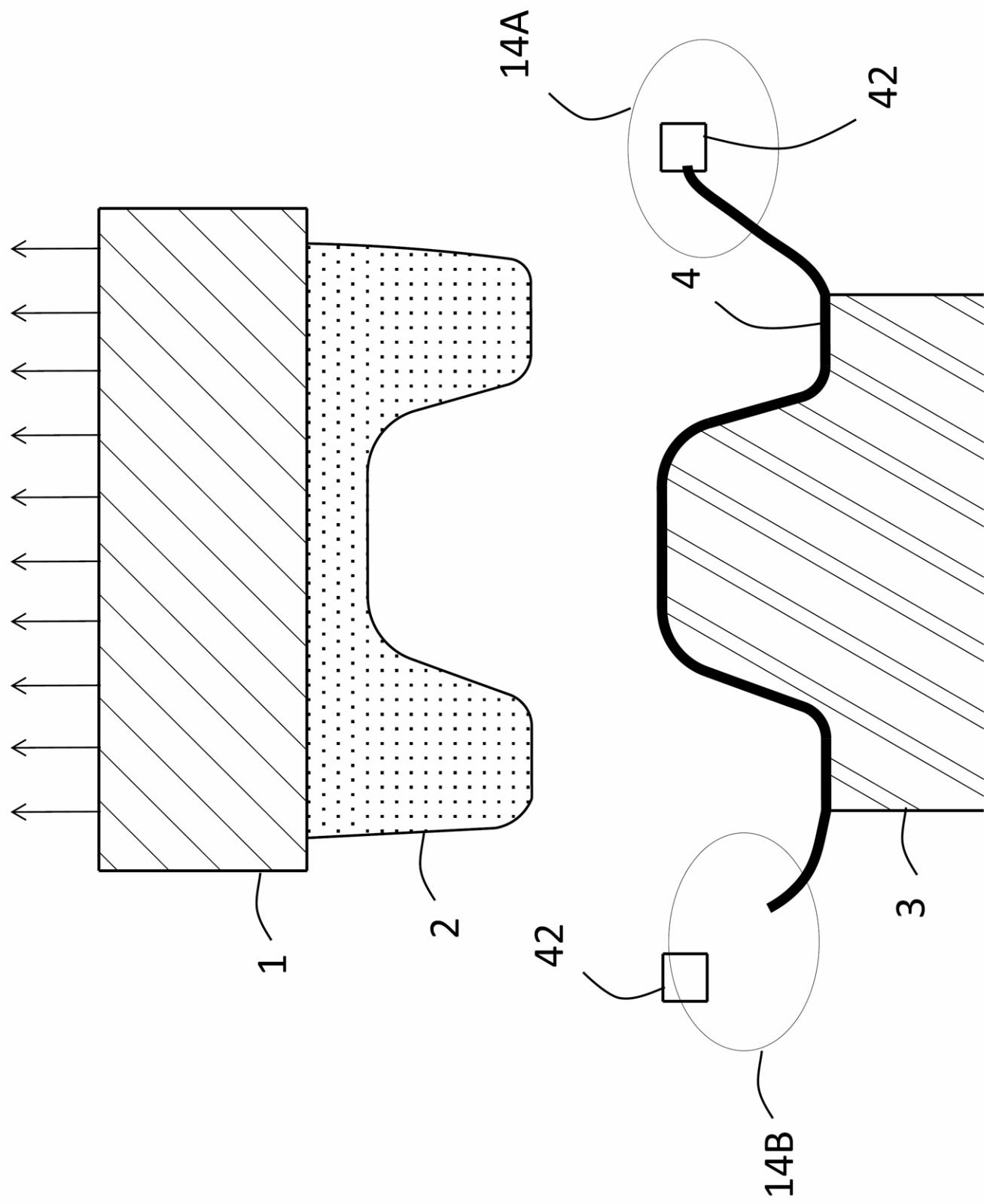


Figura 10

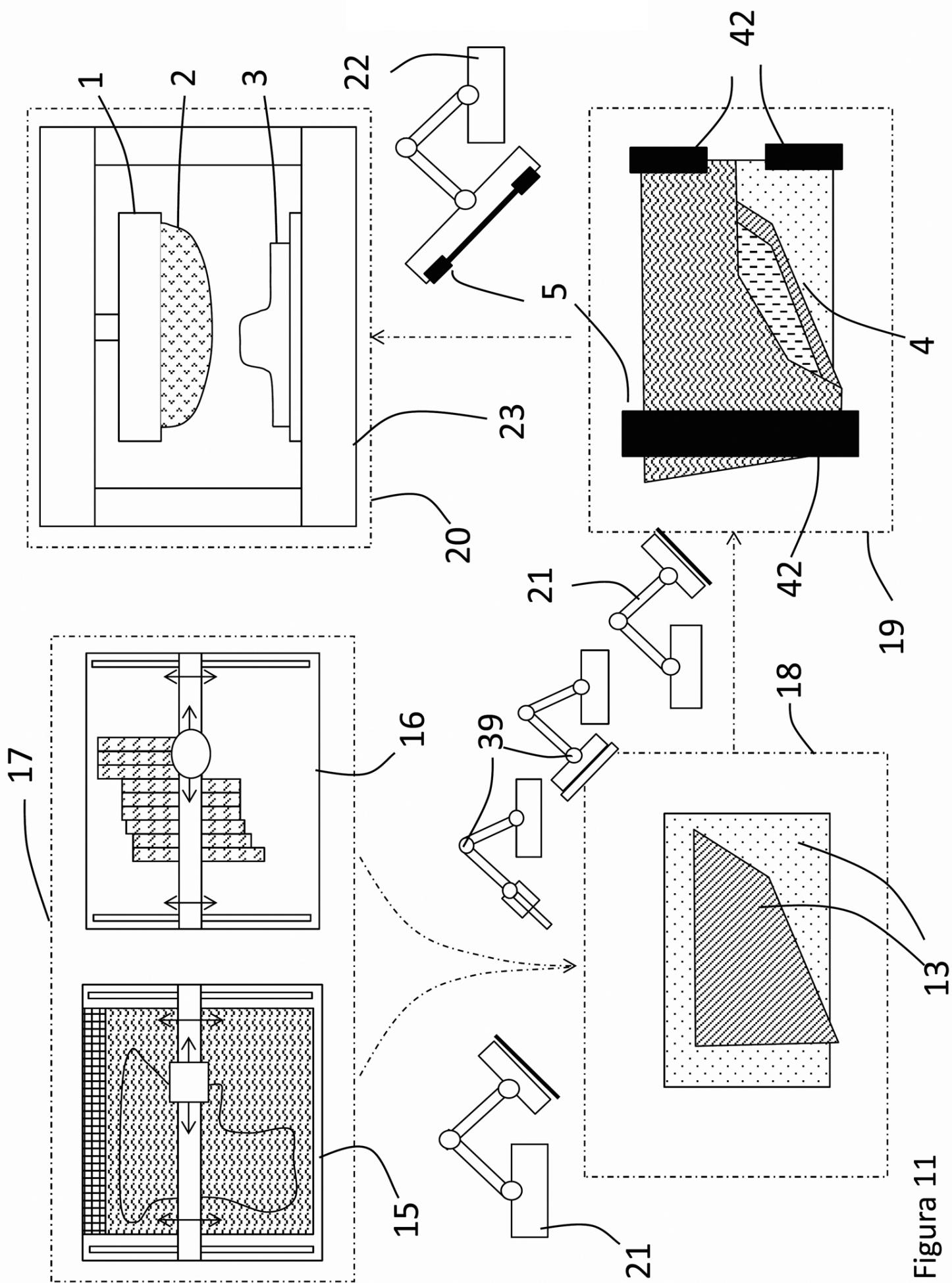


Figura 11

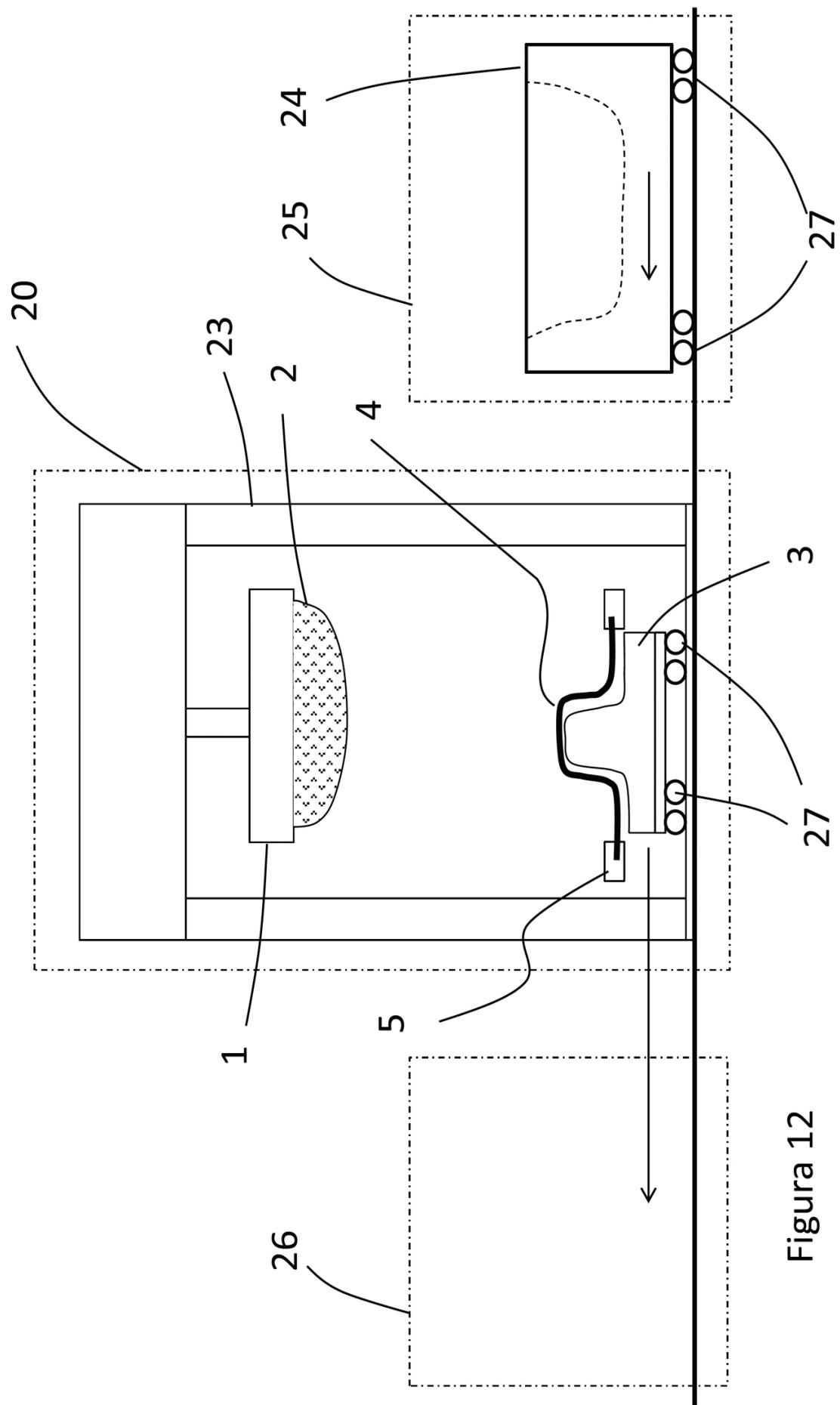


Figura 12

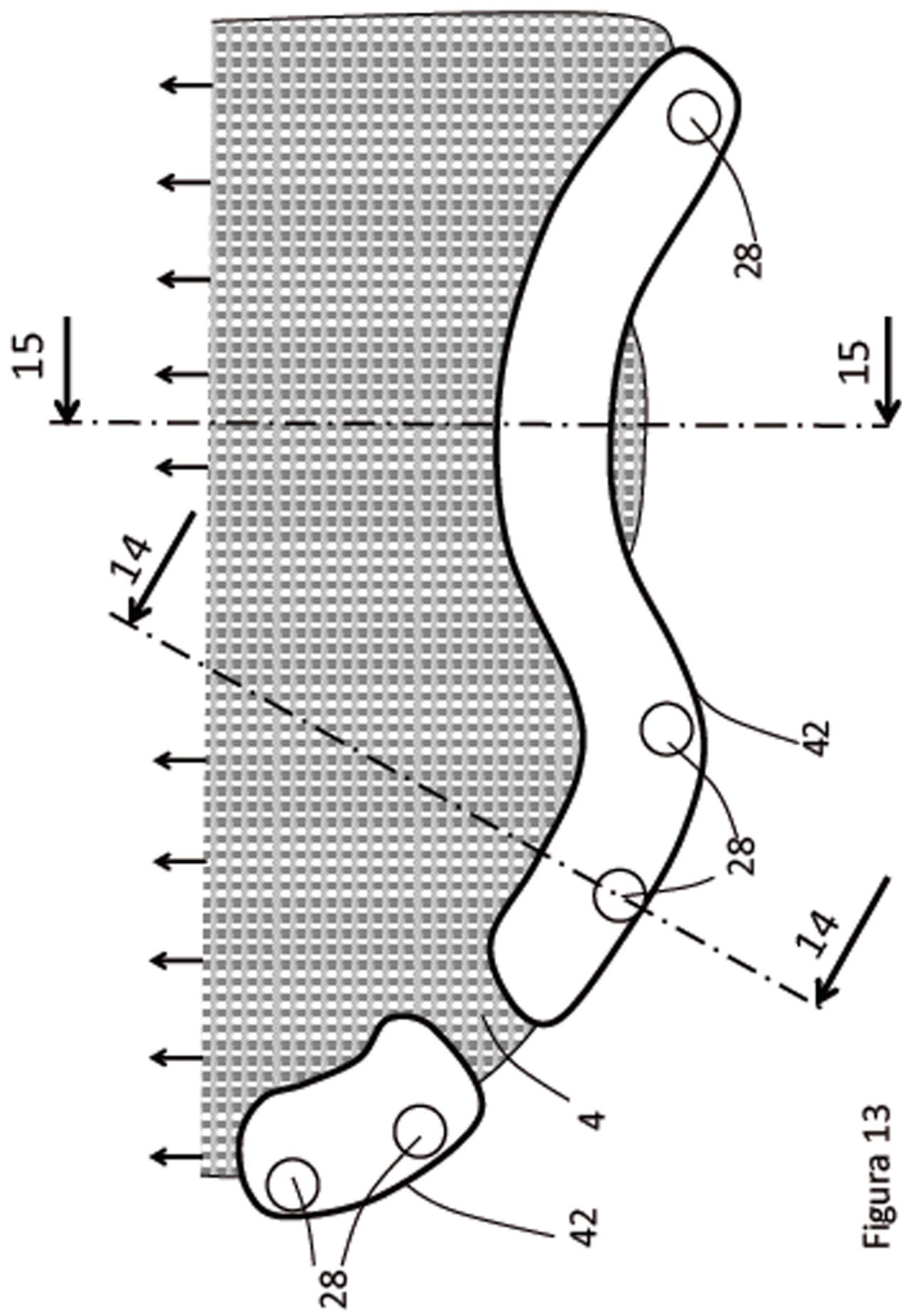


Figura 13

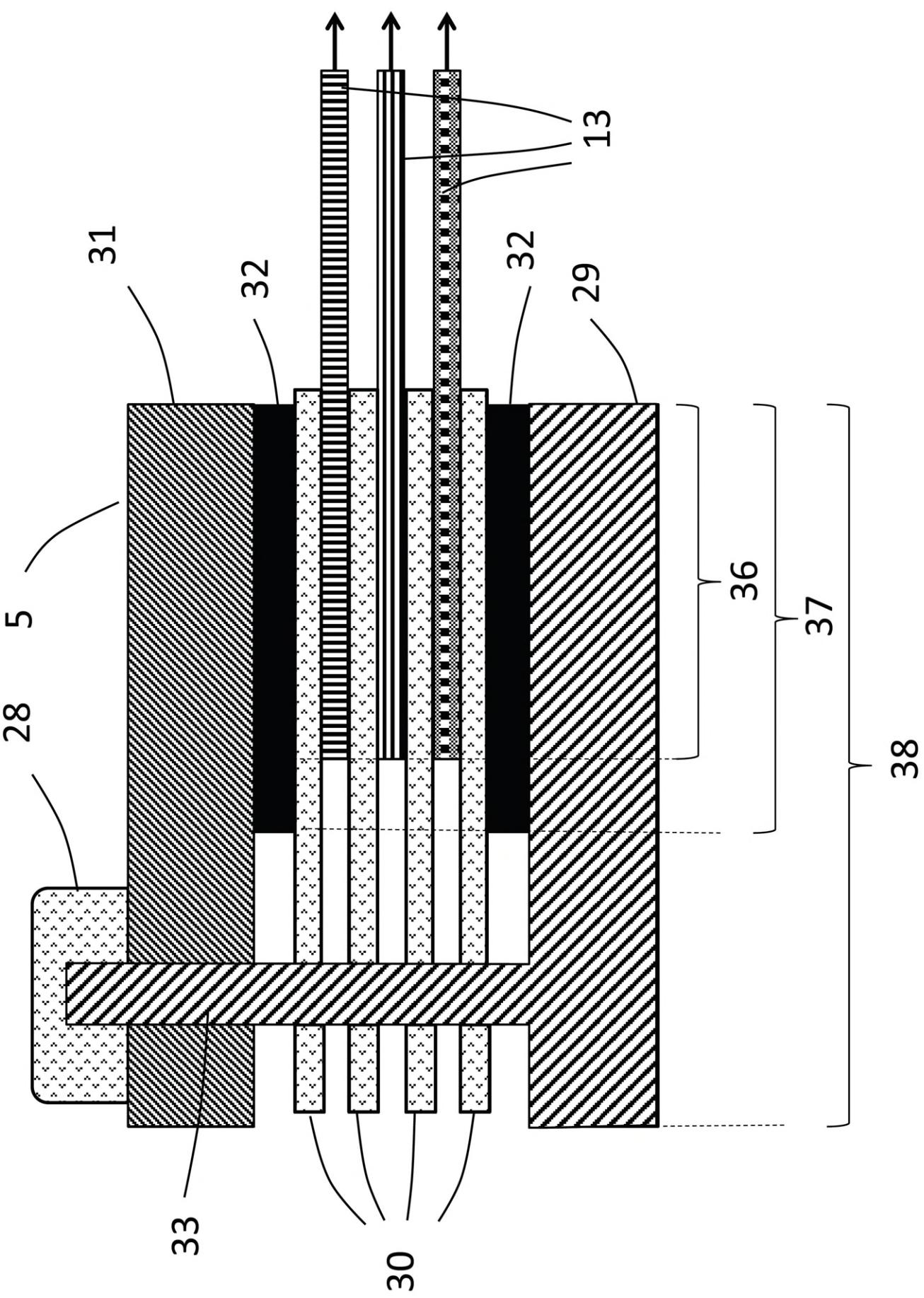


Figura 14

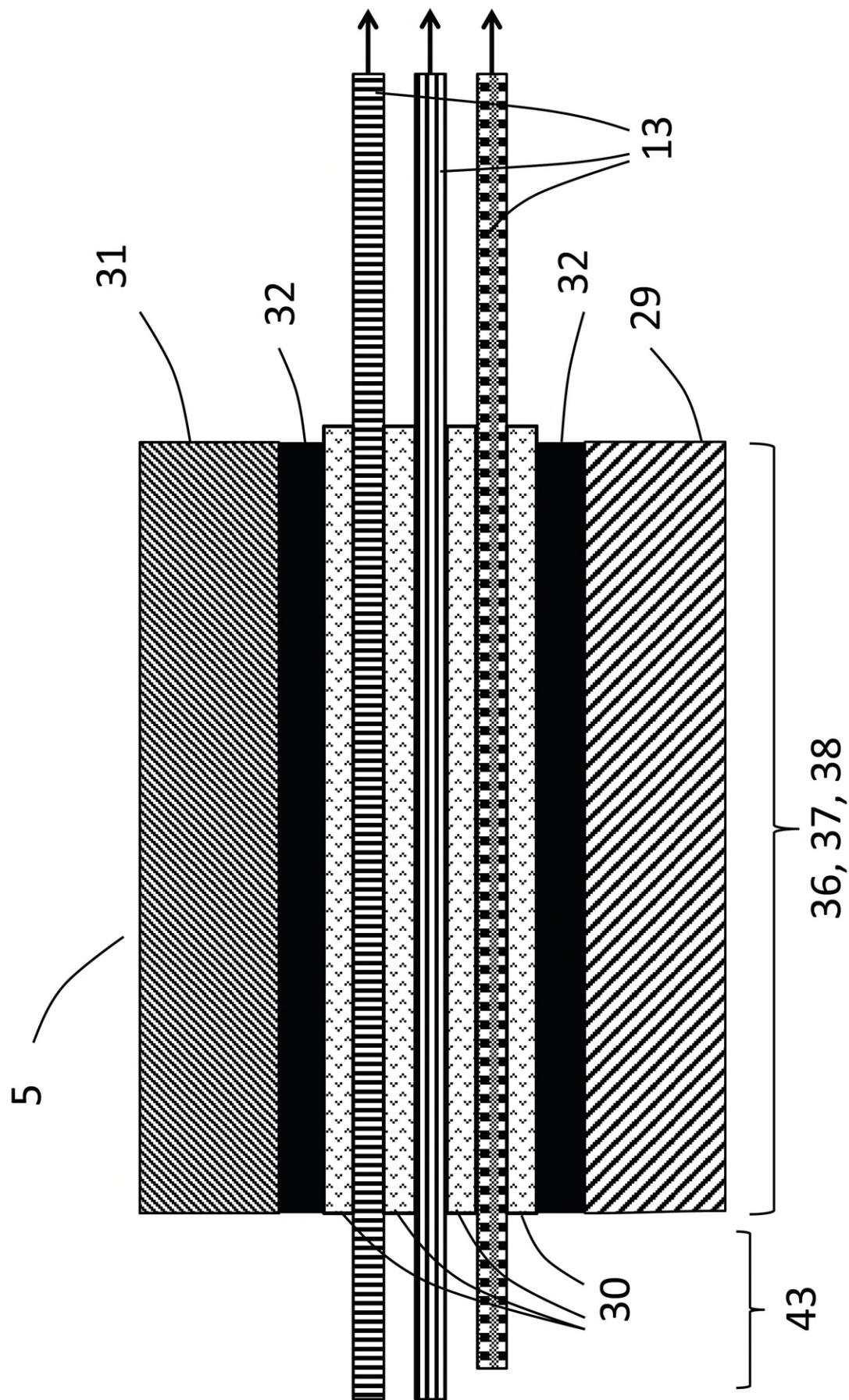


Figura 15

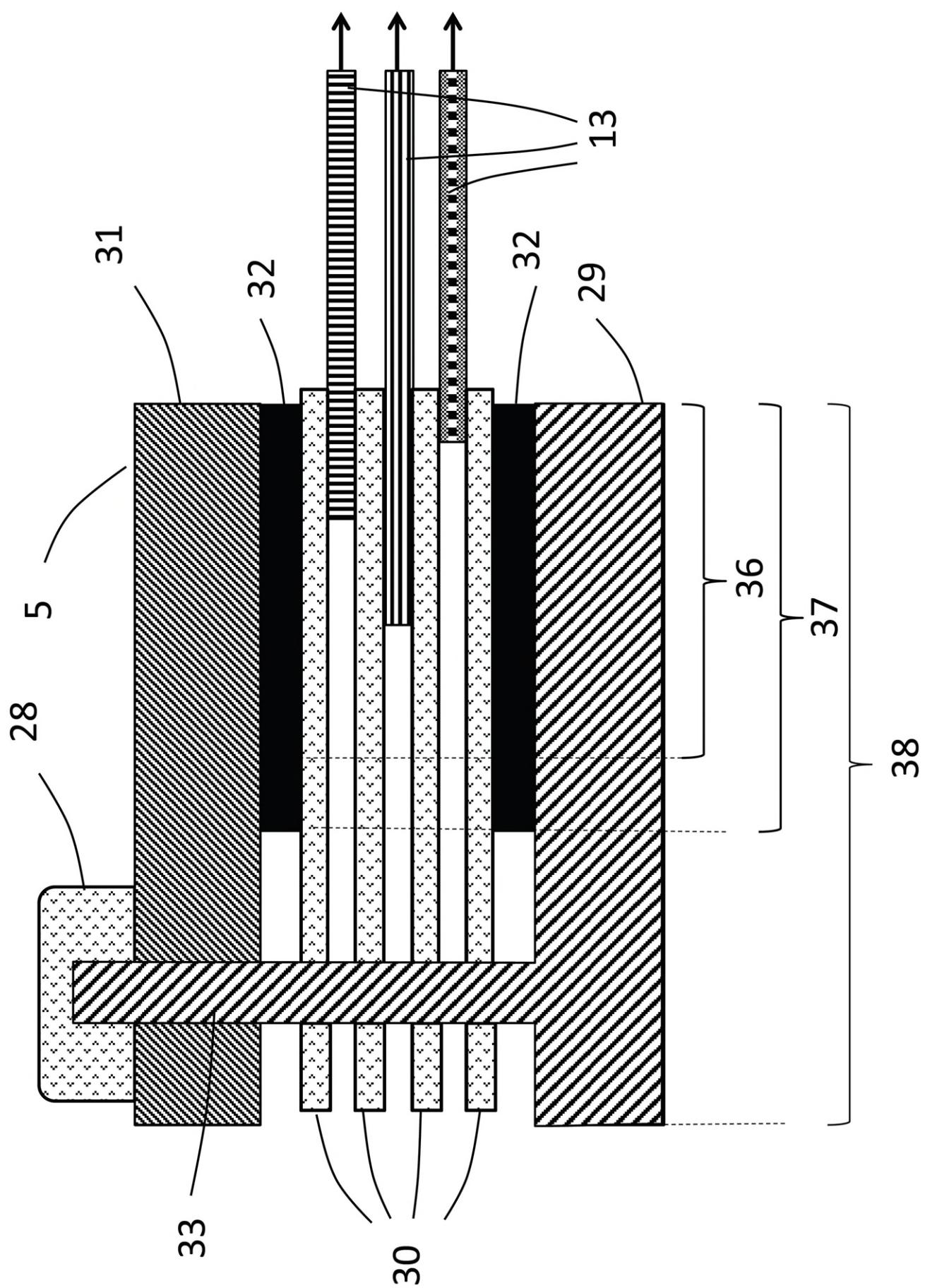


Figura 16

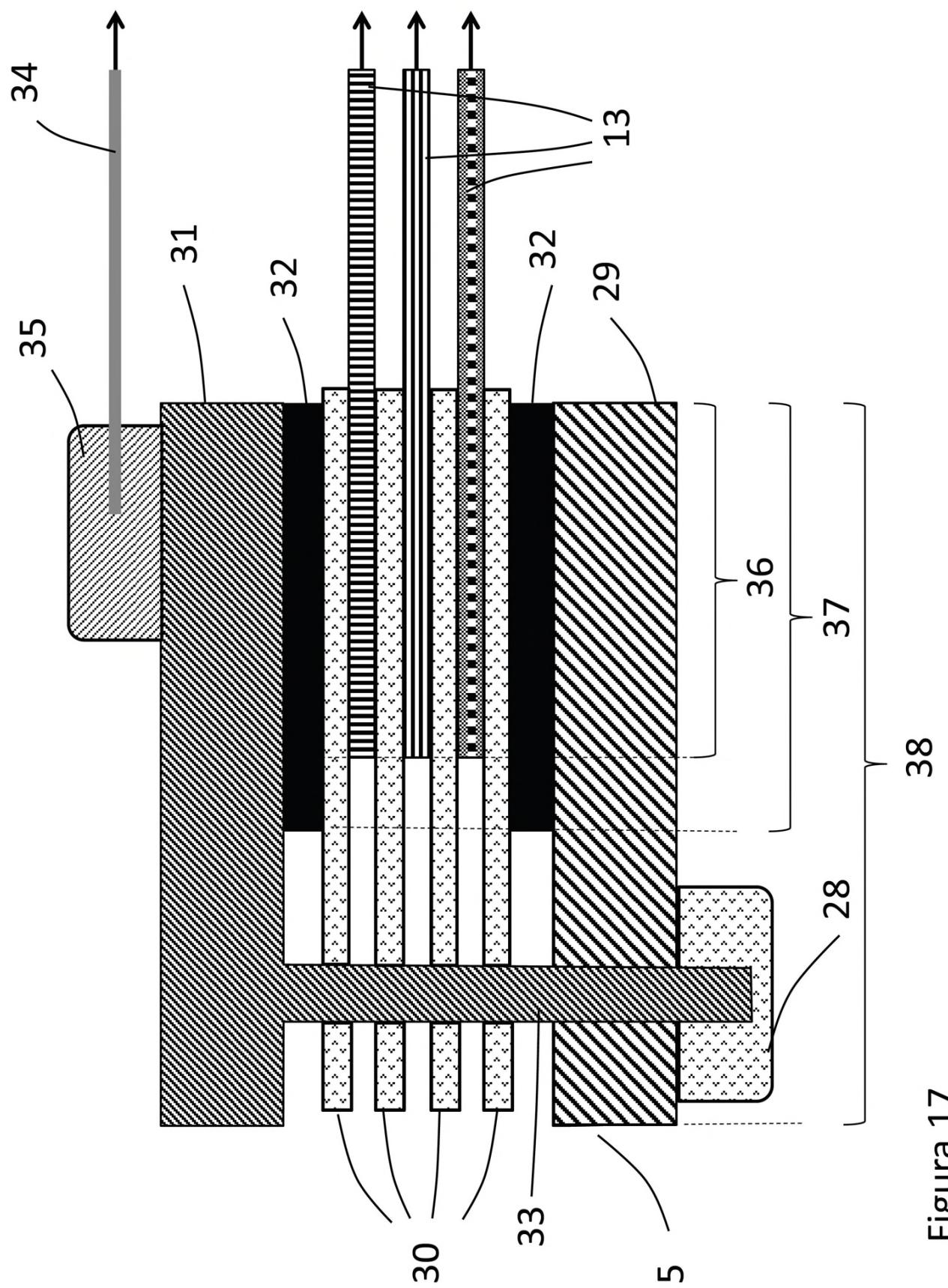


Figura 17

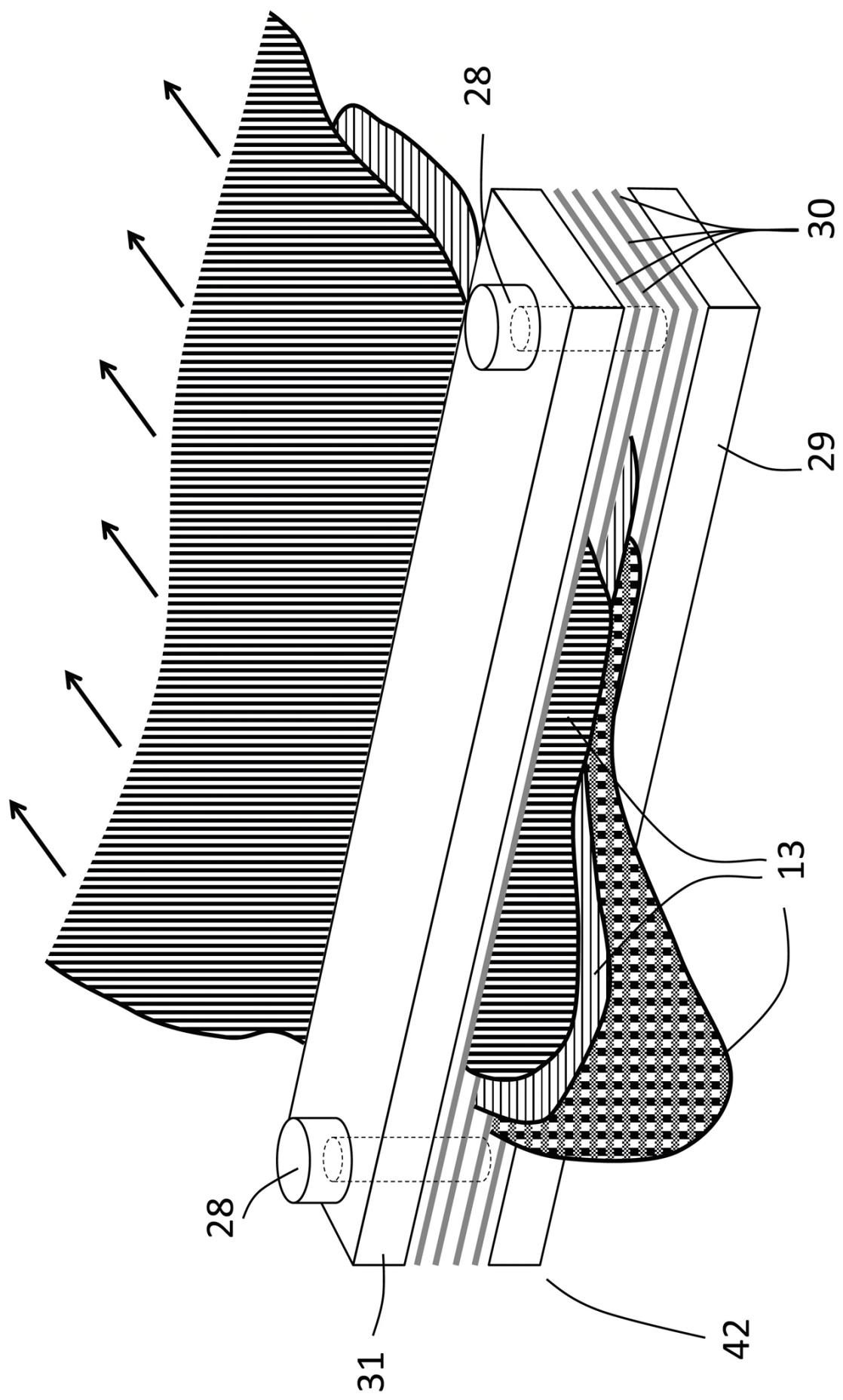


Figura 18

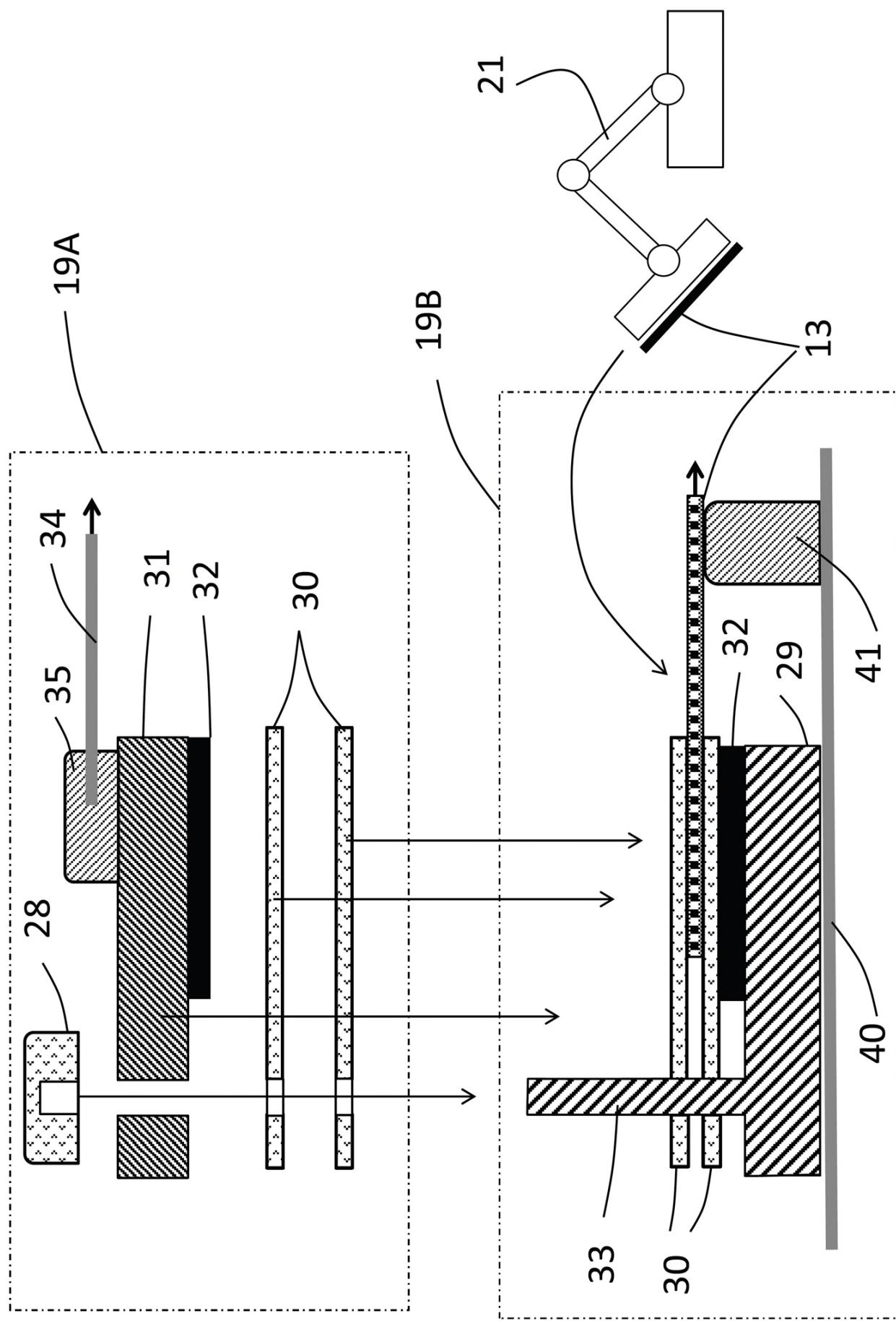


Figura 19

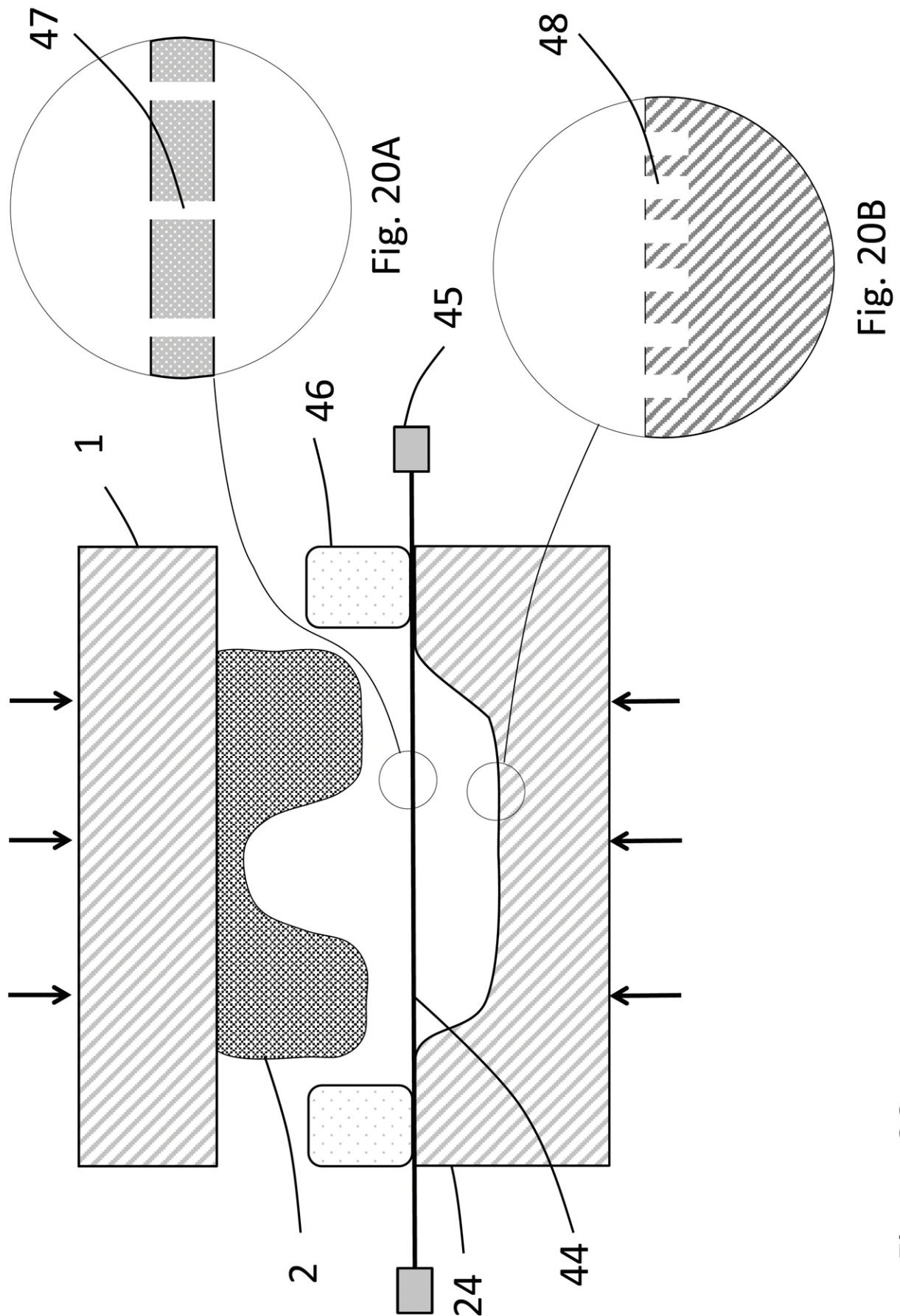
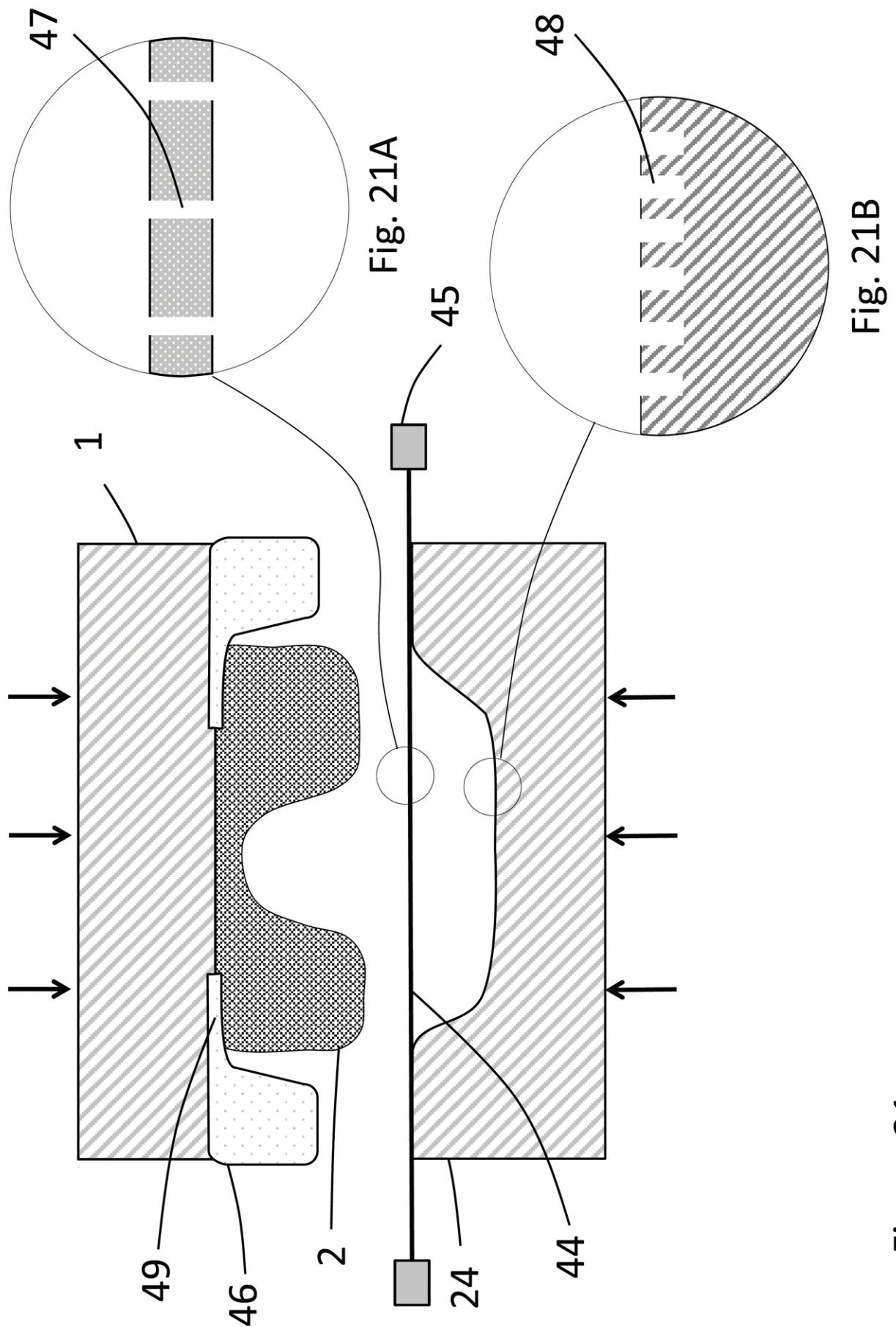


Figura 20



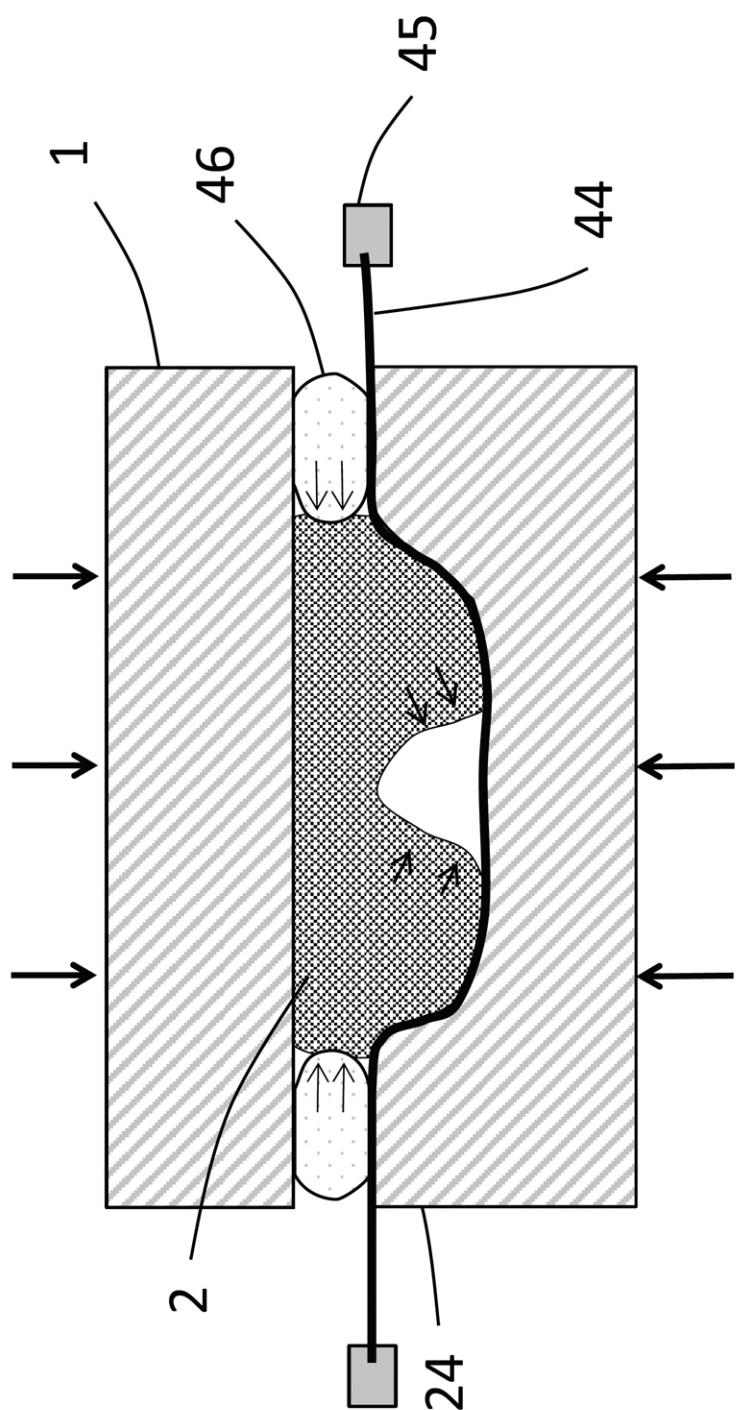


Figura 22

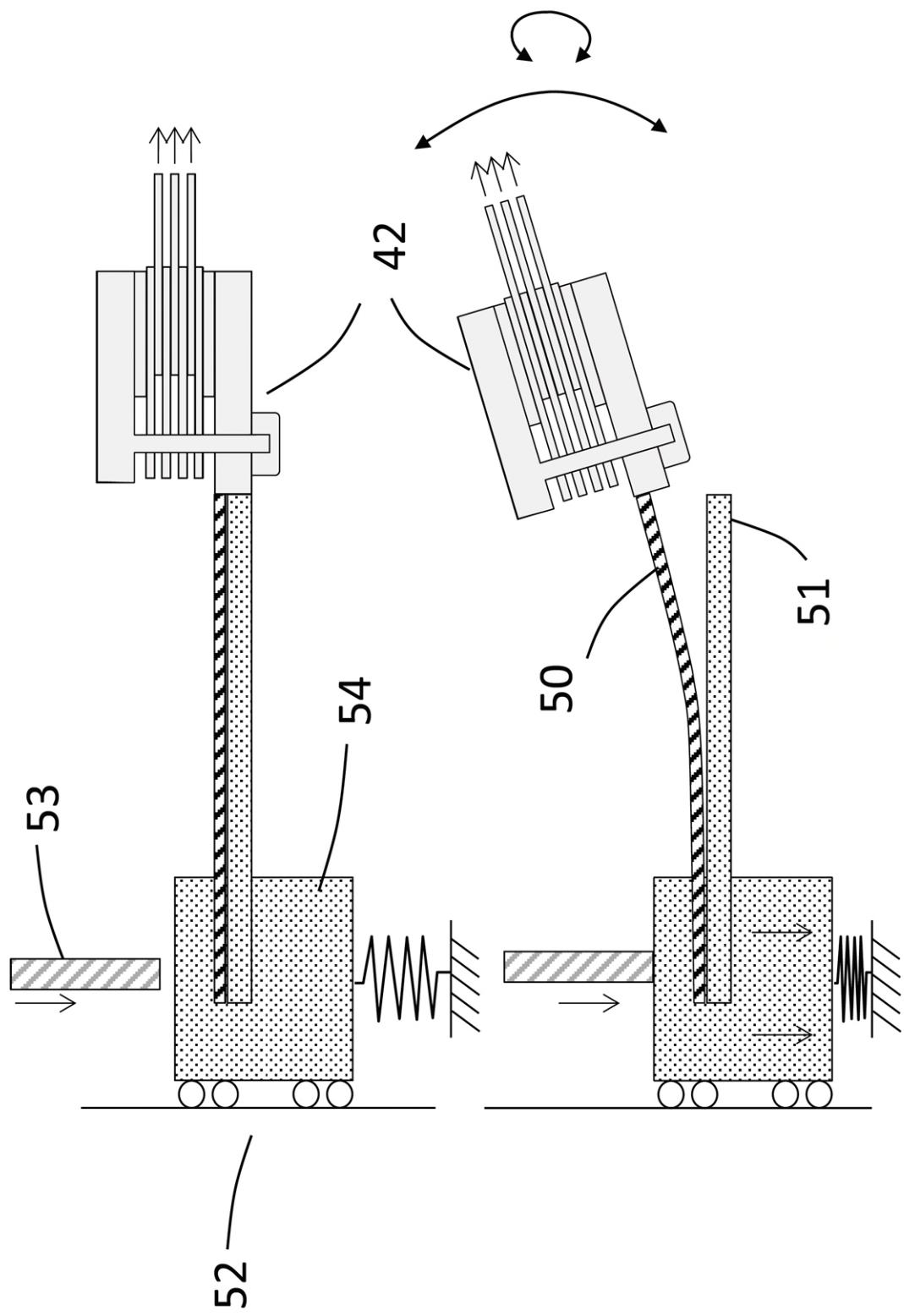


Figura 23

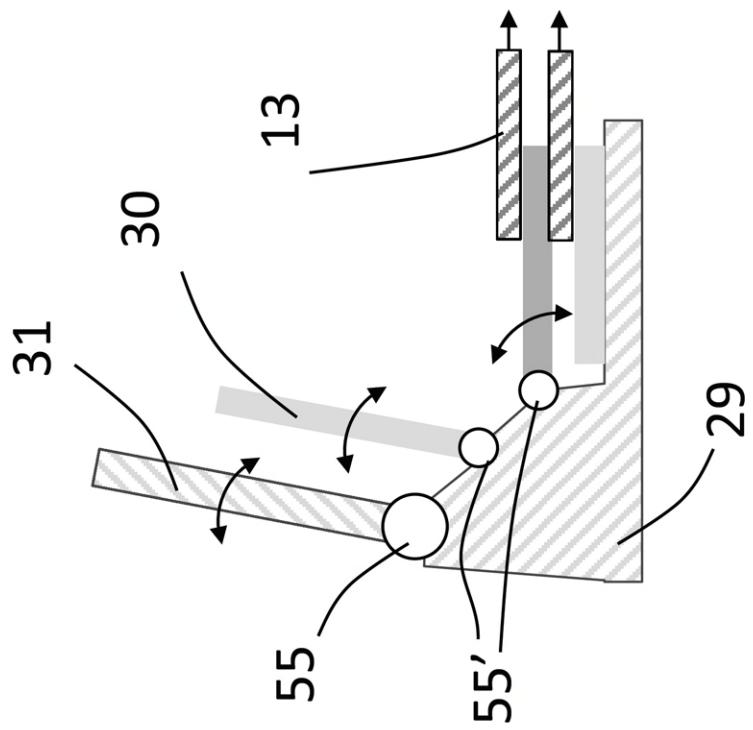


Figura 24.B

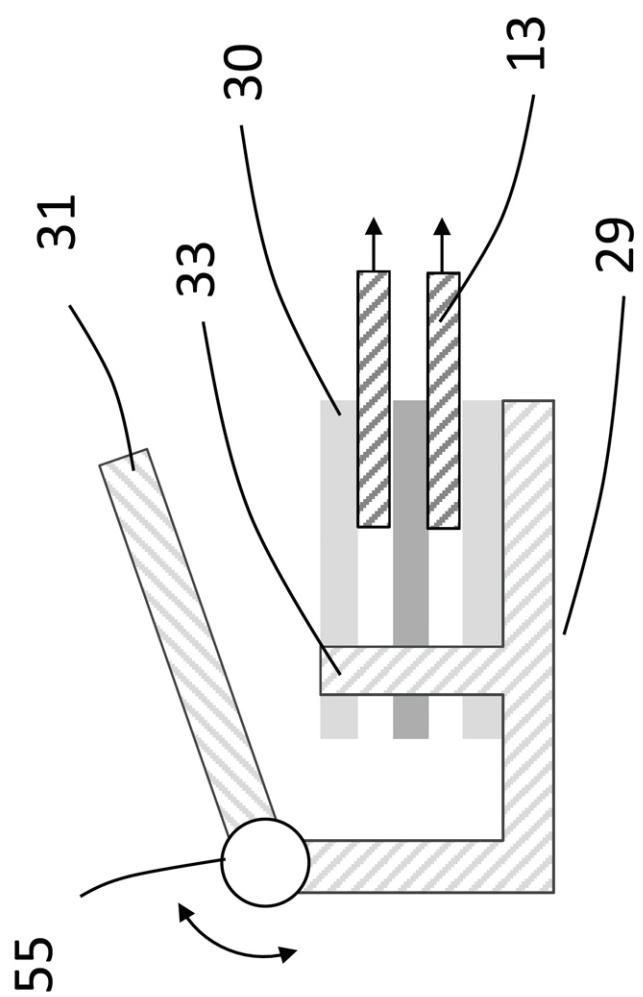


Figura 24.A