

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 936 322**

51 Int. Cl.:

**B05C 5/02** (2006.01)

**B05B 7/02** (2006.01)

**B41M 5/00** (2006.01)

**H01L 31/0224** (2006.01)

**H01L 21/67** (2006.01)

**B05C 11/06** (2006.01)

**B05C 11/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2020** **E 20173799 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2022** **EP 3736050**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para aplicar medios líquidos sobre una superficie de sustrato**

30 Prioridad:

**09.05.2019 DE 102019206706**

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

**16.03.2023**

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V. (100.0%)**

**Hansastr. 27c  
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**JAHN, MIKE y  
KEDING, ROMAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 936 322 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para aplicar medios líquidos sobre una superficie de sustrato

5 La invención se refiere a un dispositivo para aplicar medios líquidos sobre la superficie de un sustrato, que contiene un mecanismo de conducción de fluido y al menos un mecanismo de transporte de fluido y al menos un mecanismo de avance para generar un movimiento relativo al menos entre la superficie del sustrato y una parte del mecanismo de conducción de fluido. Además, la invención se refiere a un procedimiento para aplicar medios líquidos sobre la superficie de un sustrato, en el que el medio líquido se transporta con al menos un mecanismo de transporte de fluido a al menos un mecanismo de conducción de fluido, generándose con al menos un mecanismo de avance un movimiento relativo al menos entre la superficie del sustrato y una parte del mecanismo de transporte de fluido. Los dispositivos y procedimientos de este tipo pueden usarse para realizar pistas conductoras o contactos eléctricos sobre sustratos semiconductores, para la aplicación local de un agente de grabado o para procedimientos de fabricación aditiva.

15 Es conocido por la práctica depositar una pasta de serigrafía con partículas metálicas mediante una aguja dosificadora sobre la superficie de un sustrato semiconductor y formar un contacto óhmico mediante templado posterior para generar un contacto frontal en una célula fotovoltaica. La aguja dosificadora usada para ello presenta diámetros de más de 60  $\mu\text{m}$ , de modo que incluso el tamaño de estructura más pequeño del contacto frontal que puede conseguirse con ella no puede reducirse más. Además, las resistencias de contacto que pueden conseguirse son a menudo demasiado altas y, por lo tanto, el contacto es inadecuado.

20 Por el documento US 2012/038031 A1 es conocido precipitar materiales que contienen líquido en acanaladuras sobre una superficie de una oblea de silicio para formar una célula solar. El líquido puede hacerse salir mediante un tubo a las acanaladuras. En este caso, el tubo discurre de manera mecánicamente guiada en la ranura.

El documento US 2013/0025664 A1 se refiere a una pasta para formar un electrodo de célula solar que comprende partículas de metal eléctricamente conductoras, frita de vidrio, un agente reticulable, un iniciador de fotopolimerización y un solvente orgánico.

30 Partiendo del estado de la técnica, la invención se basa por lo tanto en el objetivo de generar estructuras de pequeñas dimensiones con alta fiabilidad y cortos tiempos de procesamiento sobre superficies de sustrato.

35 El objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante un dispositivo según la reivindicación 1, su uso según la reivindicación 9 y un procedimiento según la reivindicación 10. Los perfeccionamientos ventajosos de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

40 De acuerdo con la invención, se propone un dispositivo para aplicar medios líquidos que contiene un mecanismo de conducción de fluido. En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de conducción de fluido puede ser un capilar hecho de vidrio o de cuarzo o plástico o puede contener un capilar de este tipo. El capilar puede ser flexible, al menos en una sección parcial, de modo que puede colocarse sobre la superficie del sustrato durante el funcionamiento del dispositivo. Además, el mecanismo de conducción de fluido puede contener, de manera de por sí conocida un sistema de mangueras o un sistema de tuberías para la alimentación del medio líquido. De acuerdo con la invención, se propone por lo tanto aplicar un medio líquido a través de uno o más capilares sobre la superficie de un sustrato. El extremo abierto del capilar previsto para la salida del medio líquido es guiado a este respecto sobre la superficie del sustrato deslizando en la misma.

50 El diámetro exterior del capilar puede ser inferior a aproximadamente 25  $\mu\text{m}$  o aproximadamente 15  $\mu\text{m}$  o aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  o aproximadamente 7  $\mu\text{m}$  en al menos una sección parcial en el extremo orientado hacia la superficie del sustrato o en la abertura que está en contacto con la superficie del sustrato. De acuerdo con la invención, se ha detectado que el diámetro exterior del capilar influye en la anchura de la estructura del hilo de medio líquido depositado sobre la superficie del sustrato, de modo que con los capilares descritos también pueden generarse estructuras pequeñas. En al menos una sección parcial en el extremo orientado hacia la superficie del sustrato o en la abertura que está en contacto con la superficie del sustrato, el diámetro exterior del capilar puede presentar un diámetro exterior que es superior a aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  o superior a aproximadamente 3  $\mu\text{m}$  o superior a aproximadamente 5  $\mu\text{m}$ .

60 En algunas formas de realización de la invención, el capilar puede presentar una primera sección longitudinal que está acodada o doblada con respecto a una segunda sección longitudinal del capilar. La primera y la segunda sección longitudinal pueden encerrar un ángulo de aproximadamente 170° a aproximadamente 100° o de aproximadamente 160° a aproximadamente 110° o de aproximadamente 150° a aproximadamente 120°. En otras formas de realización de la invención, el capilar puede ser recto, es decir, la primera y la segunda sección longitudinal encierran un ángulo de aproximadamente 180°. En este caso, el capilar puede estar montado de manera inclinada en el dispositivo, de modo que este encierra al menos durante el funcionamiento del dispositivo un ángulo de aproximadamente 80° a aproximadamente 10° o de aproximadamente 70° a aproximadamente 20° o de aproximadamente 30° a aproximadamente 45° o de aproximadamente 20° a aproximadamente 10° con respecto al vector normal de la

superficie del sustrato. Esto reduce el deterioro de la superficie del sustrato que está en contacto con el capilar y/o puede reducir el riesgo de rotura del capilar.

5 Para la alimentación del medio líquido al mecanismo de conducción de fluido sirve al menos un mecanismo de transporte de fluido, que transporta el medio líquido con una presión constante y/o un caudal constante al mecanismo de conducción de fluido y posteriormente a la superficie del sustrato.

10 De acuerdo con la invención, no está previsto un recubrimiento total de la superficie del sustrato con el medio líquido, sino la aplicación de un recubrimiento parcial o de un recubrimiento que cubre solo una superficie parcial de la superficie del sustrato. Las superficies parciales recubiertas pueden formar una o más líneas rectas o curvadas. Estas pueden discurrir una al lado de la otra a una distancia constante y/o cruzarse con otras líneas. Una línea o superficie parcial individual puede tener una anchura de aproximadamente 50  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 2  $\mu\text{m}$ , o de aproximadamente 30  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 2  $\mu\text{m}$ , o de aproximadamente 15  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 4  $\mu\text{m}$ . En otras formas de realización de la invención, la superficie parcial recubierta con el medio líquido puede tener forma círculo o de punto o presentar una pluralidad de puntos individuales a lo largo de una línea.

20 Para generar una superficie parcial o línea extendida, el dispositivo de acuerdo con la invención presenta al menos un mecanismo de avance, que sirve para generar un movimiento relativo entre al menos una parte del mecanismo de conducción de fluido y la superficie del sustrato. En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de avance puede contener un accionamiento lineal o puede estar formado por un accionamiento lineal. En este caso, el dispositivo para aplicar medios líquidos puede generar secuencias de puntos o líneas continuas o discontinuas. Una pluralidad de líneas paralelas puede ser generada por varios equipos de conducción de fluido dispuestos en paralelo.

25 En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de avance puede contener una mesa x-y o puede estar formado por una mesa x-y, de manera que el sustrato puede moverse en dos direcciones por debajo de un mecanismo de conducción de fluido estático. El movimiento en dos ejes permite la aplicación de una pluralidad de líneas paralelas con un mecanismo de conducción de fluido o la generación de líneas curvadas o en forma de rejilla. Alternativa o adicionalmente, el mecanismo de avance también puede permitir una rotación alrededor de al menos un eje, por ejemplo alrededor de la dirección normal del plano formado por la mesa x-y. Por lo tanto, pueden generarse de manera sencilla líneas circulares o en espiral o también líneas rectas en diferentes direcciones.

35 De acuerdo con la invención, solo es importante un movimiento relativo entre la superficie del sustrato y al menos una parte del mecanismo de transporte de fluido. Por lo tanto, por supuesto, el sustrato también puede estar alojado de manera estacionaria si el mecanismo de avance está configurado para mover todo el mecanismo de conducción de fluido o al menos una parte del mecanismo de conducción de fluido. En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de avance está configurado para permitir un movimiento relativo entre el sustrato y el mecanismo de conducción de fluido o una parte del dispositivo de mecanismo de conducción de fluido dentro del plano definido por el sustrato.

40 En algunas formas de realización de la invención, el sustrato puede ser un material semiconductor que se dota de contactos eléctricos. En algunas formas de realización de la invención, el sustrato semiconductor puede ser una célula fotovoltaica, que se dota de un contacto frontal o un contacto trasero. En otras formas de realización de la invención, el sustrato puede contener un metal, una aleación o un material semiconductor, sobre el que se aplican localmente medios de grabado para así generar estructuras en la superficie del sustrato. En aún otras formas de realización de la invención, el medio líquido puede ser un medio explosivo, un medio pirofórico y/o un medio con baja presión de vapor. En estos casos, el dispositivo de acuerdo con la invención permite, por ejemplo, la producción de células solares usando silanos, en particular monosilano. En aún otras formas de realización, la invención permite la fabricación de semiconductores compuestos, por ejemplo usando monofosfano u otros precursores que son difíciles de manejar.

50 En aún otras formas de realización de la invención, el medio líquido puede contener nanopartículas, por ejemplo partículas hechas de un metal o una aleación, que forman estructuras eléctricamente conductoras después de la evaporación de un solvente líquido y una etapa opcional de sinterización o templado. En aún otras formas de realización de la invención, el medio líquido puede contener células vivas, que pueden unirse en un proceso de impresión 3D para formar organismos y/u órganos más grandes. Como alternativa, pueden depositarse células vivas con gran precisión en un portaobjetos o en un lab-on-chip (laboratorio en un chip) para realizar experimentos biológicos.

60 En algunas formas de realización de la invención, el dispositivo puede contener además al menos un mecanismo de accionamiento para cambiar la distancia entre la superficie del sustrato y una parte de una segunda sección longitudinal del mecanismo de conducción de fluido. El mecanismo de accionamiento está previsto, por un lado, para evitar un deterioro del capilar del mecanismo de conducción de fluido y, por otro lado, para evitar un deterioro de la superficie del sustrato por una colocación brusca del mecanismo de conducción de fluido. Para este propósito está previsto un mecanismo de accionamiento que puede ajustar la distancia con gran precisión y con una elevada velocidad de control. Gracias a ello es posible que la sección longitudinal del mecanismo de conducción de fluido que está en contacto con la superficie del sustrato, por ejemplo, el extremo de un capilar de vidrio, sea guiado a poca distancia por encima de la superficie del sustrato o que el capilar de vidrio deslice en contacto con la superficie del

sustrato con poca fuerza de apriete, de modo que se evita un deterioro de la superficie del sustrato y del capilar. Además, mantener una distancia constante o una fuerza de apriete constante sirve para generar una línea de una anchura constante.

5 En algunas formas de realización de la invención puede haber un equipo para detectar la distancia, que determina la distancia entre la superficie del sustrato y una parte de una segunda sección longitudinal del mecanismo de conducción de fluido. Para ello puede llevarse a cabo una medición de distancia por vía óptica, por ejemplo, mediante tratamiento de imagen de una imagen de microscopio o mediante interferencia láser. En otras formas de realización de la invención, la fuerza de apriete entre la superficie del sustrato y el mecanismo de conducción de fluido puede usarse como medida de la distancia entre los dos componentes. El valor real de la distancia registrado de esta manera puede compararse con un valor teórico especificable y usarse para el control del mecanismo de accionamiento.

15 En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de accionamiento puede contener al menos un actuador piezoeléctrico o puede estar formado por un actuador piezoeléctrico. Un mecanismo de accionamiento de este tipo permite un ajuste rápido, de modo que la distancia entre el mecanismo de conducción de fluido y la superficie del sustrato puede controlarse o regularse incluso con una velocidad de avance elevada, sin que se apliquen fuerzas inadmisiblemente altas sobre la superficie del sustrato y deteriorarse por ello el mecanismo de conducción de fluido o la superficie del sustrato.

20 En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de accionamiento puede permitir un recorrido de ajuste de aproximadamente 100  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 300  $\mu\text{m}$  o de aproximadamente 150  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 250  $\mu\text{m}$  o de aproximadamente 180  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 220  $\mu\text{m}$ . Este recorrido de ajuste es suficiente para evitar colisiones no deseadas del mecanismo de transporte de fluido con la superficie del sustrato, de modo que se evitan deterioros del sustrato o del mecanismo de conducción de fluido.

25 En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de accionamiento puede estar configurado para pasar por el recorrido de ajuste con una frecuencia de aproximadamente 200 Hz a aproximadamente 2000 Hz o de aproximadamente 500 Hz a aproximadamente 1500 Hz o de aproximadamente 800 Hz a aproximadamente 1200 Hz. Una velocidad de ajuste elevada del mecanismo de accionamiento permite compensar irregularidades en la superficie del sustrato y/o colocar y levantar el mecanismo de conducción de fluido de la superficie del sustrato incluso a velocidades de avance elevadas del mecanismo de avance, de modo que puede ser más elevada la velocidad de procesamiento al aplicar medios líquidos.

35 En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de conducción de fluido puede tener al menos una segunda sección longitudinal, que tiene un diámetro interior de aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  o de aproximadamente 2  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 8  $\mu\text{m}$  o de aproximadamente 4  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 6  $\mu\text{m}$ . Esta segunda sección longitudinal está configurada y destinada a formar el extremo distal del mecanismo de conducción de fluido y así definir la abertura a través de la cual se aplica el medio líquido sobre la superficie del sustrato. Dado que el diámetro es por lo tanto aproximadamente un factor de 6 a 10 menor que en las agujas dosificadoras conocidas, las estructuras generadas sobre la superficie del sustrato con el dispositivo de acuerdo con la invención también pueden ser un factor de 5 a 10 menores.

45 En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de transporte de fluido puede contener una bomba de tornillo excéntrico o una bomba de pistón o una bomba de jeringa o puede estar formado por estas. El caudal y la presión de estos equipos de transporte de fluido pueden regularse con precisión, de modo que el caudal del medio líquido puede controlarse con precisión mediante el mecanismo de conducción de fluido pudiendo controlarse gracias a ello también con precisión la anchura y/o la extensión longitudinal de las estructuras generadas.

50 De acuerdo con la invención, el mecanismo de transporte de fluido está configurado para transportar el medio líquido con una presión de aproximadamente 100 mbar a aproximadamente 500 mbar o de aproximadamente 150 mbar a aproximadamente 300 mbar o de aproximadamente 500 mbar a aproximadamente 5000 mbar o de aproximadamente 1000 mbar a aproximadamente 2000 mbar o de aproximadamente 0 mbar a aproximadamente 100 mbar. Por un lado, los rangos de presión mencionados permiten transportar también de manera fiable medios líquidos que contienen, por ejemplo, nanopartículas y que presentan, por lo tanto, una mayor viscosidad, pasando por un mecanismo de conducción de fluido fino. Por otro lado, las presiones son lo suficientemente bajas para no destruir, por ejemplo, células vivas durante la aplicación sobre la superficie del sustrato.

60 En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de avance puede estar configurado para funcionar con una velocidad de avance de aproximadamente 100 mm/s a aproximadamente 1000 mm/s o de aproximadamente 300 mm/s a aproximadamente 900 mm/s o de aproximadamente 500 mm/s a aproximadamente 800 mm/s. Esto permite una realización rápida de estructuras en particular lineales con el dispositivo de acuerdo con la invención, de modo que los artículos producidos en masa, como por ejemplo las células solares, pueden procesarse con una pluralidad de equipos de conducción de fluido con un rendimiento de hasta 23.000 obleas por hora, en particular colocándose en paralelo los contactos frontales. De este modo se ha mostrado sorprendentemente que el procedimiento, que a primera vista parece muy complejo, permite sin embargo un alto rendimiento, de modo que el dispositivo de acuerdo con la invención y el procedimiento de acuerdo con la invención tienen el potencial de reemplazar la serigrafía o tampografía convencionales en la fabricación de células solares, reduciéndose al mismo

tiempo los tamaños de las estructuras de los contactos frontales.

5 En algunas formas de realización de la invención, el dispositivo contiene además una válvula para regular el flujo volumétrico del medio líquido que sale del mecanismo de conducción de fluido. Esta realización de la invención permite solicitar el medio líquido a aplicar con una presión constante mediante el mecanismo de transporte de fluido y controlar o regular el flujo volumétrico únicamente mediante la apertura y el cierre de una válvula. Gracias a ello puede conseguirse un comportamiento de control rápido, lo que reduce las tolerancias de la anchura de la estructura y/o acelera aún más la colocación y separación al principio y al final de un sustrato, por ejemplo, de una oblea.

10 En algunas formas de realización de la invención, el dispositivo puede incluir además un mecanismo de alimentación de gas inerte. En este caso, también pueden procesarse medios sensibles, por ejemplo sustancias que tienden a autoinflamarse o a oxidarse rápidamente al estar expuestas al aire.

15 En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de alimentación de gas inerte puede presentar una tubería de alimentación que envuelve concéntricamente el mecanismo de conducción de fluido. Además, el mecanismo de alimentación de gas inerte puede presentar una tubería de evacuación opcional, que envuelve concéntricamente la tubería de alimentación. Esto hace posible no solo alimentar un gas inerte, sino también aspirar el gas inerte y/o los componentes del medio líquido a través de la tubería de evacuación, de modo que el dispositivo también puede ser adecuado para el procesamiento de medios tóxicos.

20 En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de alimentación de gas inerte puede contener un equipo calefactor con el que puede calentarse el gas inerte alimentado.

25 En algunas formas de realización de la invención, el medio líquido puede tener una viscosidad de aproximadamente 5 mPa·s a aproximadamente 200 mPa·s o de aproximadamente 5 mPa·s a aproximadamente 20 mPa·s. Estos medios también pueden transportarse pasando por dispositivos de conducción de fluido con un diámetro interior pequeño.

30 En algunas formas de realización de la invención, el medio líquido puede contener nanopartículas metálicas con una concentración de aproximadamente un 2 % en volumen a aproximadamente un 10 % en volumen, o de aproximadamente un 2 % en volumen a aproximadamente un 6 % en volumen, o de aproximadamente un 3 % en volumen a aproximadamente un 5 % en volumen. Por ejemplo, el medio líquido puede ser una tinta para impresión de chorro de tinta conductora, con la que pueden aplicarse estructuras conductoras, tales como contactos frontales, sobre células fotovoltaicas en un proceso de impresión de chorro de tinta. No obstante, a diferencia del procesamiento en el proceso de impresión por chorro de tinta, el medio líquido se transporta de acuerdo con la invención de forma continua y no se aplica en forma de gotas individuales. De esta manera, las estructuras realizadas de acuerdo con la invención pueden ser esencialmente más finas y pueden presentar, por ejemplo, extensiones de anchura transversalmente con respecto a la velocidad de avance de aproximadamente 2 µm a aproximadamente 10 µm. Gracias al flujo continuo de material se evita también que se formen resistencias de contacto inadmisiblemente grandes entre gotitas individuales, de modo que los contactos conductores realizados de acuerdo con la invención pueden presentar una conductividad más elevada o una resistencia óhmica baja.

45 En algunas formas de realización de la invención, al colocarse el mecanismo de conducción de fluido sobre la superficie del sustrato, tiene lugar un movimiento relativo entre el mecanismo de conducción de fluido y la superficie del sustrato. De esta manera se evita que la superficie del sustrato y/o el mecanismo de conducción de fluido sufran deterioros por un fuerte impacto del mecanismo de conducción de fluido sobre el sustrato.

A continuación, la invención se explicará con más detalle con referencia a las figuras sin limitarse la idea general de la invención. A este respecto, muestran

50 La figura 1 equipos de conducción de fluido sobre un sustrato.

La Figura 2 muestra un detalle de la Figura 1.

55 La figura 3 muestra un dispositivo para aplicar medios líquidos en una primera forma de realización.

La figura 4 muestra un dispositivo para aplicar medios líquidos en una segunda forma de realización.

La figura 5 muestra un dispositivo para aplicar medios líquidos en una tercera forma de realización.

60 La figura 6 muestra un dispositivo para aplicar medios líquidos en una cuarta forma de realización.

La figura 7 muestra un dispositivo para aplicar medios líquidos con un mecanismo de alimentación de gas inerte en una primera forma de realización.

65 La figura 8 muestra un mecanismo de alimentación de gas inerte en una segunda realización.

La figura 9 muestra un mecanismo de conducción de fluido con un mecanismo de accionamiento en una primera forma de realización.

La Figura 10 muestra un detalle de la Figura 9.

5 La figura 11 muestra un mecanismo de conducción de fluido con un mecanismo de accionamiento en una segunda forma de realización.

La Figura 12 muestra un detalle de la Figura 11.

10 Con ayuda de las figuras 1 y 2 se explicarán equipos de conducción de fluido que pueden usarse para aplicar medios líquidos. La figura 1 muestra a este respecto una pluralidad de equipos de conducción de fluido dispuestos en paralelo sobre un sustrato 2 y la figura 2 muestra un detalle de un mecanismo de conducción de fluido individual en funcionamiento.

15 Las figuras muestran un sustrato 2 con una superficie de sustrato 21. El sustrato 2 puede ser, por ejemplo, un material semiconductor, como por ejemplo una célula fotovoltaica, que debe dotarse de un contacto frontal. El dispositivo de acuerdo con la invención con una pluralidad de equipos de conducción de fluido 3 se usa para aplicar los contactos frontales de una tinta conductora llena de nanopartículas metálicas. En el ejemplo de realización representado están previstos cinco equipos de conducción de fluido dispuestos en paralelo. En otras formas de realización de la invención, el número de equipos de conducción de fluido también puede ser mayor o menor y puede estar situado por ejemplo entre uno y cincuenta. De esta forma, pueden aplicarse una pluralidad de líneas paralelas al mismo tiempo sobre el sustrato 2, lo que reduce el tiempo de procesamiento.

25 Como también muestra la figura 1, el mecanismo de conducción de fluido 3 tiene al menos una primera sección longitudinal 31, que tiene un diámetro comparativamente grande y que tiene, por lo tanto, una mayor estabilidad mecánica, así como una segunda sección longitudinal 32, que tiene una menor estabilidad mecánica debido a su diámetro más pequeño. La segunda sección longitudinal 32 está dispuesta corriente abajo de la primera sección longitudinal 31. La segunda sección longitudinal 32 puede tener, al menos por secciones un diámetro interior de aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  o de aproximadamente 2  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 8  $\mu\text{m}$  o de aproximadamente 4  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 6  $\mu\text{m}$ . El diámetro exterior aumenta lo que corresponde al espesor de pared de la segunda sección longitudinal, que está situado entre aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  y aproximadamente 4  $\mu\text{m}$ . De esta manera, el diámetro exterior de la segunda sección longitudinal 32 define la anchura de las estructuras generadas. Esta parte del mecanismo de conducción de fluido puede estar formada por un capilar de vidrio o contener un capilar de vidrio.

35 Como muestra además la figura 2, la segunda sección longitudinal 32 está mecánicamente en contacto con la superficie del sustrato 21, por lo que puede presentarse un doblado del mecanismo de conducción de fluido 3 en su extremo distal en función de la distancia y de la fuerza de apriete. Mediante un mecanismo de avance (no mostrado) se genera un movimiento relativo 255 entre el mecanismo de conducción de fluido 3 y el sustrato 2. El medio líquido 6 se deposita en una línea sobre la superficie del sustrato 21, transportándose al mismo tiempo el medio líquido 6 por el mecanismo de transporte de fluido. Si se trata en este caso de una tinta cargada para que sea conductora, el contacto frontal así generado puede estabilizarse mecánicamente y/o activarse eléctricamente mediante un templado posterior.

45 Se ha detectado que se forma una gota en la abertura del mecanismo de transporte de fluido bajo la presión constante del medio líquido 6, lo que evita que el medio líquido siga saliendo del mecanismo de transporte de fluido 3, siempre que no esté en contacto con la superficie del sustrato 21. Al colocarse la segunda sección longitudinal 32 del mecanismo de transporte de fluido 3 sobre la superficie del sustrato 21, el flujo de líquido comienza automáticamente a una presión constante si la energía superficial de la superficie del sustrato 21 es mayor que la energía superficial de la superficie de la segunda sección longitudinal 32 del mecanismo de transporte de fluido 3. El medio líquido puede ser por ejemplo una solución acuosa o una suspensión si la superficie del sustrato 21 es hidrófila y al menos la segunda sección longitudinal 32 del mecanismo de transporte de fluido 3 es hidrófoba. En este caso, el flujo aplicado sobre el sustrato puede ser controlado o regulado únicamente por la distancia o la fuerza de apriete de la segunda sección longitudinal 32 del mecanismo de transporte de fluido 3 sobre la superficie del sustrato 21. En el caso de líquidos no polares, las respectivas energías superficiales pueden seleccionarse correspondientemente.

60 La figura 3 muestra una primera forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención. Está representado nuevamente un sustrato 2 con una superficie de sustrato 21 sobre la que va a aplicarse un medio líquido 6. Para ello, como se ha descrito anteriormente en relación con las figuras 1 y 2, está disponible el mecanismo de conducción de fluido 3 que con su segunda sección 32 longitudinal está en contacto con la superficie del sustrato 21. En algunas formas de realización de la invención, el mecanismo de conducción de fluido 3 puede estar hecho de vidrio o de plástico y es mecánicamente flexible debido a su diámetro exterior reducido, de modo que debido al movimiento relativo 255 se va formando la forma mostrada en la figura 3 y la figura 2.

65 El dispositivo mostrado en la figura 3 muestra además un mecanismo de transporte de fluido 4 que en el ejemplo de realización representado está realizado como bomba de tornillo excéntrico 41. La bomba de tornillo excéntrico 41

5 contiene además un depósito 42 en el que se recibe el medio líquido 6. Mediante la bomba de tornillo excéntrico 41, el medio líquido 6 se transporta al mecanismo de conducción de fluido 3 en una cantidad especificable y/o con una presión especificable. Está disponible un elemento de conexión 45 para conectar el mecanismo de conducción de fluido 3 con la bomba de tornillo excéntrico 41. El elemento de conexión 45 puede ser, por ejemplo, un racor por tuerca apretadora o una conexión Luer.

10 Con ayuda de la figura 4 se explica una segunda forma de realización del dispositivo de acuerdo con la invención. Los componentes idénticos de la invención son provistos de las mismas referencias, por lo que la siguiente descripción se limita a las diferencias esenciales.

15 Como muestra la figura 4, el sustrato 2 está montado en un dispositivo de avance 25, que genera una velocidad de avance 255 en forma de una mesa x-y con una posibilidad opcional de rotación del sustrato 2 en el plano definido por el sustrato. De este modo, el sustrato puede moverse con respecto al mecanismo de conducción de fluido 3 para generar líneas de una anchura constante transportándose de manera constante el medio líquido por el mecanismo de transporte de fluido 4. Si el caudal y/o la velocidad de alimentación 255 varían a lo largo del tiempo, pueden generarse líneas de diferentes anchuras o conicidades. Como se ha descrito anteriormente, la salida del medio líquido 6 del mecanismo de conducción de fluido 3 puede controlarse poniéndose el segundo extremo 32 del mecanismo de conducción de fluido 3 en contacto con la superficie del sustrato 6. Por lo tanto, en algunas formas de realización de la invención, varios sustratos transportados en un transportador continuo, como por ejemplo una cinta transportadora, por debajo del mecanismo de conducción de fluido 3 pueden ser recubiertos subiéndose y bajándose simplemente el mecanismo de conducción de fluido 3 a una presión constante del medio líquido 6 en el depósito 42.

20 La figura 4 muestra cómo pueden generarse cuatro líneas paralelas o concéntricas con cuatro equipos de conducción de fluido 3. Para permitir una alimentación uniforme del medio líquido, los equipos de conducción de fluido 3 están conectados entre sí mediante una tubería 34 común.

30 Otra diferencia entre la segunda forma de realización mostrada en la figura 4 y la primera forma de realización descrita anteriormente es el tipo de mecanismo de transporte de fluido 4 usado. El mecanismo de transporte de fluido 4 según la segunda realización también tiene un depósito 42 lleno del medio líquido 6. El depósito 42 se solicita mediante una tubería 421 con una presión de gas constante. La presión se genera mediante un dispositivo de control o regulación 7, que o bien contiene un reductor de presión para expandir un gas comprimido alimentado a un nivel más bajo especificable o bien que contiene un dispositivo de compresión con el que un gas alimentado a un nivel de presión más bajo se eleva a un nivel más elevado especificable. El gas usado para ello puede ser aire ambiente o un gas inerte, como por ejemplo nitrógeno o un gas noble, que se alimenta mediante una alimentación de gas 75.

35 El medio líquido 6 solicitado con presión de este modo sale del depósito 42 a través de una tubería ascendente 425. En la tubería ascendente 425 hay equipos opcionales para medir la presión 73 o para medir el flujo 74. En algunas formas de realización, también puede haber al mismo tiempo, como está representado, equipos para medir la presión y para medir el flujo. La cantidad de líquido realmente alimentada a los equipos de conducción de fluido 3 se controla o regula mediante una válvula 71. La válvula 71 puede ser por ejemplo una válvula piezoeléctrica, que responde rápidamente y puede controlarse con tiempos de control cortos. Esto también puede realizarse mediante el mecanismo de control o regulación 7, que puede contener para este fin un microprocesador o un microcontrolador.

40 Con ayuda de la figura 5 se explica una tercera forma de realización de la presente invención. Los componentes idénticos están provistos nuevamente de las mismas referencias, por lo que la siguiente descripción se limita a las diferencias esenciales. En la tercera forma de realización representada se usa una bomba de jeringa como mecanismo de transporte de fluido. Esta contiene un depósito 42 que puede ser solicitado con presión con un pistón 43. El pistón 43 se mueve mecánicamente mediante un accionamiento lineal, por ejemplo, un accionamiento de husillo 76. Si el husillo 76 es accionado por un motor paso a paso, la bomba de jeringa puede generar un flujo de fluido uniforme del medio líquido 6.

45 Con ayuda de la figura 6 se explica una cuarta forma de realización de la invención. La cuarta realización comprende elementos de la tercera y segunda forma de realización de la invención descritas anteriormente. También en este caso se usa como depósito 42 un cuerpo de jeringa que recibe el medio líquido 6. No obstante, en la cuarta forma de realización, la presión necesaria para transportar el medio líquido 6 no se genera mediante un pistón, sino mediante la alimentación de un gas comprimido al depósito 42, que está cerrado con un cierre 44.

50 En lugar de salir a través de una tubería ascendente, el medio líquido 6 sale a través de una salida que está dispuesta abajo en el depósito 42, que está conectada a su vez directamente con el mecanismo de conducción de fluido 6.

55 La presión de gas alimentada al depósito 42 puede contener a su vez un gas inerte o aire ambiente, pudiendo alimentarse los gases a través de una alimentación de gas 75. Para ajustar la presión necesaria puede estar presente una válvula reguladora eléctrica o mecánica 72.

60 Con ayuda de la figura 7 se explica cómo puede complementarse el dispositivo de acuerdo con la invención con un mecanismo de alimentación de gas inerte 5. En la figura 7 está representado un mecanismo de transporte de fluido 4

en forma de jeringa y un mecanismo de conducción de fluido 3 en forma de un capilar de vidrio cuya segunda sección longitudinal 32 está en contacto con el sustrato 2. Por supuesto, también puede usarse para el mecanismo de transporte de fluido cualquier otra de las formas de realización alternativas anteriormente descritas.

5 El mecanismo de alimentación de gas inerte 5 comprende esencialmente un tubo de alimentación 51 que desemboca en una boquilla de salida 54. El gas inerte, como por ejemplo un gas noble o nitrógeno, puede calentarse opcionalmente con un equipo calefactor 55 a una temperatura deseada entre aproximadamente 30 °C y  
10 aproximadamente 500 °C. El mecanismo de conducción de fluido 3 y la boquilla de salida 54 cooperan de tal manera que el extremo de la segunda sección longitudinal 32 desemboca por debajo de la boquilla de salida 54 o en la zona de salida del gas inerte y se aplica el medio líquido sobre el sustrato 2 dentro de la corriente de gas inerte. Si la corriente de gas inerte se calienta, puede contribuir a un secado rápido del medio líquido, de modo que el medio líquido se endurece por reticulación de sus componentes y/o se evapora un solvente contenido en él. Al mismo tiempo, el gas inerte impide la oxidación no deseada del medio líquido o de los componentes del medio líquido que quedan en la superficie 21.

15 Con ayuda de la figura 8 se muestra un mecanismo de alimentación de gas inerte alternativo que presenta una tubería de alimentación 51, que envuelve concéntricamente el mecanismo de conducción de fluido 3 o una parte o una sección longitudinal del mecanismo de conducción de fluido 3. De este modo, el gas inerte se alimenta de manera selectiva al lugar en el que el medio líquido sale del mecanismo de conducción de fluido 3. Gracias a ello puede reducirse el consumo del gas inerte.

La figura 8 muestra además una tubería de evacuación 52 opcional que envuelve concéntricamente la tubería de alimentación 51 y el mecanismo de conducción de fluido 3. De este modo, el gas inerte alimentado y/o los componentes gaseosos del medio líquido 6 pueden aspirarse al menos parcialmente, de modo que puede evitarse o reducirse la contaminación del medio ambiente por medios tóxicos.

Con ayuda de las figuras 9 y 10 se explica una primera forma de realización de un mecanismo de accionamiento. A este respecto, la figura 9 muestra una pluralidad de equipos de conducción de fluido 3 que están dispuestos en un soporte 16 común con un mecanismo de accionamiento 1 asociado. En el ejemplo de realización representado, treinta  
30 y tres equipos de conducción de fluido 3 están dispuestos en paralelo. En otras formas de realización de la invención, el número de equipos de conducción de fluido 3 también puede ser mayor o menor y puede estar situado, por ejemplo, entre 1 y aproximadamente 50 o entre aproximadamente 10 y aproximadamente 100. De esta modo puede aplicarse al mismo tiempo un número de líneas del medio líquido 6 que corresponde al número de equipos de conducción de fluido 3 sobre la superficie del sustrato 21. Mediante la paralelización de la aplicación, el tiempo del proceso al aplicar las líneas se acorta en la misma medida, de modo con el procedimiento de acuerdo con la invención los medios líquidos también pueden aplicarse económicamente sobre artículos producidos en masa.

Está representado respectivamente un mecanismo de conducción de fluido 3, que contiene un capilar de vidrio con una primera sección longitudinal 31 con una sección transversal comparativamente grande y una segunda sección longitudinal 32 en la que la sección transversal se estrecha hasta el diámetro final de, por ejemplo, aproximadamente 0,5 µm a aproximadamente 10 µm. El medio líquido se alimenta a la primera sección longitudinal 31 del capilar de vidrio mediante mangueras 33, que están fijadas con un elemento de sellado y fijación 34 y que son abastecidas con el medio líquido por un mecanismo de transporte de fluido no representado.

45 Para evitar un deterioro del mecanismo de conducción de fluido 3 cuando entra en contacto con la superficie 21 del sustrato 2, está previsto un mecanismo de accionamiento 1 que puede controlar o regular la distancia con gran precisión y/o una elevada velocidad de ajuste.

50 Para ello, el mecanismo de accionamiento 1 presenta un elemento de base 15 que presenta un brazo en voladizo 17, que está separado del resto del elemento de base 15 por un intersticio 16. En el brazo en voladizo 17 está dispuesto un clip de sujeción 46 que aloja el mecanismo de conducción de fluido 3, por ejemplo apretando la primera sección longitudinal 31 de un capilar de vidrio. El elemento de base 15 puede estar hecho de un polímero o de un metal o de una aleación.

55 Además, el mecanismo de accionamiento 1 contiene una pila piezoeléctrica 11, cuya longitud cambia cuando se aplica una tensión eléctrica. Esto induce tensiones mecánicas en el elemento de base 15, de modo que por la deformación de este resulta un movimiento del brazo en voladizo 17. El mecanismo de conducción de fluido 3 pasa así por un recorrido de ajuste 19 que puede estar situado entre aproximadamente 100 µm y aproximadamente 300 µm, por ejemplo, y por el que puede pasarse con una frecuencia de aproximadamente 200 Hz a aproximadamente 2000 Hz  
60 debido a la elevada velocidad de respuesta de la pila piezoeléctrica 11. El mecanismo de accionamiento propuesto de acuerdo con la invención puede variar por lo tanto la distancia o la fuerza de apriete de la segunda sección longitudinal 32 del mecanismo de conducción de fluido 3 sobre la superficie del sustrato 21 con gran precisión y gran velocidad, de modo que el mecanismo de conducción de fluido 3 puede ser guiado con gran precisión sobre la superficie del sustrato 21 sin deteriorarse la superficie del sustrato 21 o el mecanismo de conducción de fluido 3.

65 Con ayuda de las figuras 11 y 12 se explica con más detalle una segunda forma de realización de un mecanismo de

accionamiento 1. El mecanismo de accionamiento 1 también contiene un elemento de base 15 que está previsto para alojar el mecanismo de conducción de fluido 3. También en este caso puede alojarse un capilar de vidrio con su primera sección longitudinal 31 en una sujeción 46.

5 Los elementos de base 15 presentan una forma que permite disponer una pluralidad de equipos de conducción de fluido 3 en una fila sin fin para paralelizar la salida del medio líquido. En la figura 11 están representados solo nueve equipos de conducción de fluido paralelos. No obstante, como se ha explicado anteriormente, este número también puede ser mayor o menor. La invención no enseña el uso de exactamente nueve equipos de conducción de fluido como principio de solución.

10 A diferencia de la primera forma de realización del mecanismo de accionamiento 1, en la segunda forma de realización no se usa una pila piezoeléctrica 11 que cambia su longitud cuando se aplica una tensión, sino un piezoeléctrico de flexión 12, que se dobla hacia arriba o hacia abajo como un bimetálico cuando se aplica una tensión eléctrica.

15 El piezoeléctrico de flexión 12 está dispuesto directamente en el intersticio 16 del elemento de base 15 y actúa, por lo tanto, directamente sobre el brazo en voladizo 17, que se desvía hacia arriba o hacia abajo a lo largo del recorrido de ajuste 19, también de manera correspondiente al movimiento del piezoeléctrico de flexión 12.

20 A continuación, la invención se explicará con más detalle con ayuda de un ejemplo de realización. El ejemplo de realización se basa en generar un contacto frontal de una célula fotovoltaica. Dichos contactos frontales se aplican como una estructura de líneas o de rejilla para acoplar al mismo tiempo luz al material semiconductor de la célula fotovoltaica y descargar la corriente eléctrica que se genera.

25 De acuerdo con la invención, para realizar el contacto frontal se usa una suspensión acuosa que contiene aproximadamente un 4% en volumen de nanopartículas metálicas. El grado de llenado del metal en la solución acuosa total es, por lo tanto, aproximadamente del 50% en peso. Las nanopartículas pueden contener plata o pueden estar hechas de plata. La viscosidad de esta suspensión está entre 5 mPa·s y 20 mPa·s. En los procedimientos conocidos para generar contactos frontales, las suspensiones de este tipo se aplican en un proceso de inyección de tinta, es decir, se expulsan en forma de pequeñas gotitas de un cabezal de impresión y se aplican sobre la superficie del sustrato. Las líneas que se pueden generar de esta manera presentan una anchura de más de 40 µm.

30 El mecanismo de conducción de fluido usado de acuerdo con la invención contiene un capilar de vidrio con un diámetro interior de aproximadamente 6 µm al final de la segunda sección longitudinal 32. Un capilar de vidrio de este tipo es comercializado, por ejemplo, por la empresa Eppendorf con el número de pedido 5195000087. El diámetro interior del mecanismo de conducción de fluido 3 se elige de manera que sea mayor que aproximadamente 5 a 8 veces el diámetro medio de partícula de las nanopartículas metálicas en la suspensión usada.

35 El medio líquido ha sido expulsado por los equipos de conducción de fluido con una presión de aproximadamente 100 mbar por un mecanismo de transporte de fluido y se ha aplicado sobre una célula fotovoltaica con una forma básica aproximadamente cuadrada y una longitud de borde de 156 mm. La superficie estaba provista de una textura piramidal y un recubrimiento que contiene óxido de indio y estaño. Se ha usado un total de solo 0,3 + 0,1 mg de la suspensión para 80 líneas, que discurren respectivamente a lo largo de toda la longitud de la célula y que presentan respectivamente una anchura de 16 + 1 µm. Después del secado de la suspensión, esta tiene un mayor contenido de plata que las pastas de serigrafía habituales, por lo que resulta una mejor conductividad que en el caso de los contactos frontales impresos conocidos.

45 Por lo tanto, se ha mostrado que con el procedimiento de acuerdo con la invención pueden producirse contactos frontales de manera más rápida y con un tamaño de estructura más pequeño que en el procedimiento de serigrafía o inyección de tinta, se reduce el consumo de la suspensión que contiene plata, pudiendo generarse a pesar de ello contactos frontales mejorados con una mayor conductividad eléctrica.

50 Por supuesto, la invención no está limitada a las formas de realización representadas. Por lo tanto, la descripción anterior no debe considerarse limitativa sino ilustrativa. Las siguientes reivindicaciones han de entenderse de tal modo que una característica indicada se presenta en al menos una forma de realización de la invención. Esto no excluye la presencia de otras características. En la medida en que las reivindicaciones y la descripción anterior definen "primeras" y "segundas" formas de realización, esta denominación sirve para distinguir entre dos formas de realización similares sin establecer una prioridad. El alcance de la protección de la patente está determinado por las reivindicaciones de la patente.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para aplicar medios líquidos (6) sobre una superficie de un sustrato (21), que contiene al menos un mecanismo de conducción de fluido (3) y al menos un mecanismo de transporte de fluido (4) y al menos un mecanismo de avance (25) para generar un movimiento relativo al menos entre la superficie del sustrato (21) y una parte del mecanismo de conducción de fluido (3),
- 5
- conteniendo el dispositivo además al menos un mecanismo de accionamiento (1) para cambiar la distancia entre la superficie del sustrato (21) y una parte de una segunda sección longitudinal (32) del mecanismo de conducción de fluido (3), **caracterizado por que**
- 10
- el mecanismo de conducción de fluido (3) contiene un capilar o está formado por un capilar que presenta un diámetro exterior de 25  $\mu\text{m}$  o menos y el mecanismo de transporte de fluido (4) está configurado para alimentar el medio líquido con una presión de aproximadamente 100 mbar a aproximadamente 500 mbar o de aproximadamente 150 mbar a aproximadamente 300 mbar o de aproximadamente 500 mbar a aproximadamente 5000 mbar o de aproximadamente 1000 mbar a aproximadamente 2000 mbar o de aproximadamente 0 mbar a aproximadamente 100 mbar.
- 15
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el mecanismo de conducción de fluido (3) contiene un capilar de vidrio o está formado por un capilar de vidrio y/o
- 20
- por que el mecanismo de conducción de fluido (3) presenta al menos una segunda sección longitudinal (32) que presenta un diámetro interior de aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  o de aproximadamente 2  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 8  $\mu\text{m}$  o de aproximadamente 4  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 6  $\mu\text{m}$ .
- 25
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por que** el mecanismo de conducción de fluido (3) contiene un capilar o está formado por un capilar que presenta un diámetro exterior de 15  $\mu\text{m}$  o menos o por que el dispositivo de mecanismo de conducción de fluido (3) contiene un capilar o está formado por un capilar que presenta un diámetro exterior de 10  $\mu\text{m}$  o menos o
- 30
- por que el mecanismo de conducción de fluido (3) contiene un capilar o está formado por un capilar que presenta un diámetro exterior de 7  $\mu\text{m}$  o menos.
- 35
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el capilar presenta una primera sección longitudinal que está acodada o doblada con respecto a una segunda sección longitudinal del capilar o por que el capilar presenta una primera sección longitudinal y una segunda sección longitudinal que encierran un ángulo de aproximadamente 170° a aproximadamente 100° o de aproximadamente 160° a aproximadamente 110° o de aproximadamente 150° a aproximadamente 120°.
- 40
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el mecanismo de transporte de fluido (4) contiene una bomba de tornillo excéntrico (41) o una bomba de pistón (43, 76).
- 45
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, que contiene además una válvula (71) para regular el flujo volumétrico del medio líquido (6) que sale del mecanismo de conducción de fluido (3).
- 50
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, que contiene además un mecanismo de alimentación de gas inerte (5).
- 55
8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el mecanismo de alimentación de gas inerte (5) presenta una tubería de alimentación (51) que envuelve concéntricamente el mecanismo de conducción de fluido (3) y presenta una tubería de evacuación (52) opcional, que envuelve concéntricamente la tubería de alimentación (51).
- 60
9. Uso de un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8 para aplicar una metalización en la cara frontal de una célula solar y/o para aplicar un agente de grabado y/o para aplicar un medio pirofórico y/o para aplicar células vivas.
- 65
10. Procedimiento para aplicar medios líquidos (6) sobre una superficie de sustrato (21), en el que el medio líquido (6) es transportado con al menos un mecanismo de transporte de fluido (4) a al menos un mecanismo de conducción de fluido (3) y con al menos un mecanismo de avance (25) se genera un movimiento relativo al menos entre la superficie del sustrato (21) y una parte del mecanismo de transporte de fluido (4),
- variándose, mediante al menos un mecanismo de accionamiento (1), la distancia entre la superficie del sustrato (21) y el mecanismo de conducción de fluido (3) de tal manera que al menos una parte de una segunda sección longitudinal (32) está en contacto con la superficie del sustrato (21),
- caracterizado por que**
- el mecanismo de conducción de fluido (3) contiene un capilar o está formado por un capilar que presenta un diámetro exterior de 25  $\mu\text{m}$  o menos y el medio líquido es transportado pasando por el mecanismo de transporte de fluido (4) con una presión de aproximadamente 100 mbar a aproximadamente 500 mbar o de aproximadamente 150 mbar a aproximadamente 300 mbar o de aproximadamente 500 mbar a aproximadamente 5000 mbar o de

aproximadamente 1000 mbar a aproximadamente 2000 mbar o de aproximadamente 0 mbar a aproximadamente 100 mbar.

5 11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado por que** el mecanismo de conducción de fluido (3) contiene un capilar de vidrio o está formado por un capilar de vidrio y/o

10 por que el mecanismo de conducción de fluido (3) presenta al menos una segunda sección longitudinal (32) que presenta un diámetro interior de aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 10  $\mu\text{m}$  o de aproximadamente 2  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 8  $\mu\text{m}$  o de aproximadamente 4  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 6  $\mu\text{m}$  y /o

10 por que el mecanismo de conducción de fluido (3) contiene un capilar o está formado por un capilar que presenta un diámetro exterior de 15  $\mu\text{m}$  o menos o por que el mecanismo de conducción de fluido (3) contiene un capilar o está formado por un capilar que presenta un diámetro exterior de 10  $\mu\text{m}$  o menos o

15 por que el mecanismo de conducción de fluido (3) contiene un capilar o está formado por un capilar que presenta un diámetro exterior de 7  $\mu\text{m}$  o menos.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 11, **caracterizado por que** el flujo volumétrico del medio líquido (6) que sale del mecanismo de conducción de fluido (3) está regulado por una válvula (71) y/o

20 por que el flujo volumétrico del medio líquido (6) que sale del mecanismo de conducción de fluido (3) sale de forma continua del capilar.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** el medio líquido (6) presenta una viscosidad de aproximadamente 5 mPa·s a aproximadamente 200 mPa·s o de aproximadamente 5 mPa·s a aproximadamente 20 mPa·s y/o por que el medio líquido (6) contiene nanopartículas metálicas con una concentración

25 de aproximadamente un 2 % en volumen a aproximadamente un 10 % en volumen, o de aproximadamente un 2 % en volumen a aproximadamente un 6 % en volumen, o de aproximadamente un 3 % en volumen a aproximadamente un 5 % en volumen

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado por que**, al colocarse el mecanismo de conducción de fluido (3) sobre la superficie del sustrato (21), tiene lugar un movimiento relativo entre el mecanismo de

30 conducción de fluido (3) y la superficie del sustrato (21).

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado por que** el capilar o la segunda sección longitudinal del capilar encierra un ángulo de aproximadamente 80° a aproximadamente 10° o de aproximadamente 70° a aproximadamente 20° o de aproximadamente 30° a aproximadamente 45° o de aproximadamente 20° a

35 aproximadamente 10° con respecto al vector normal de la superficie del sustrato.

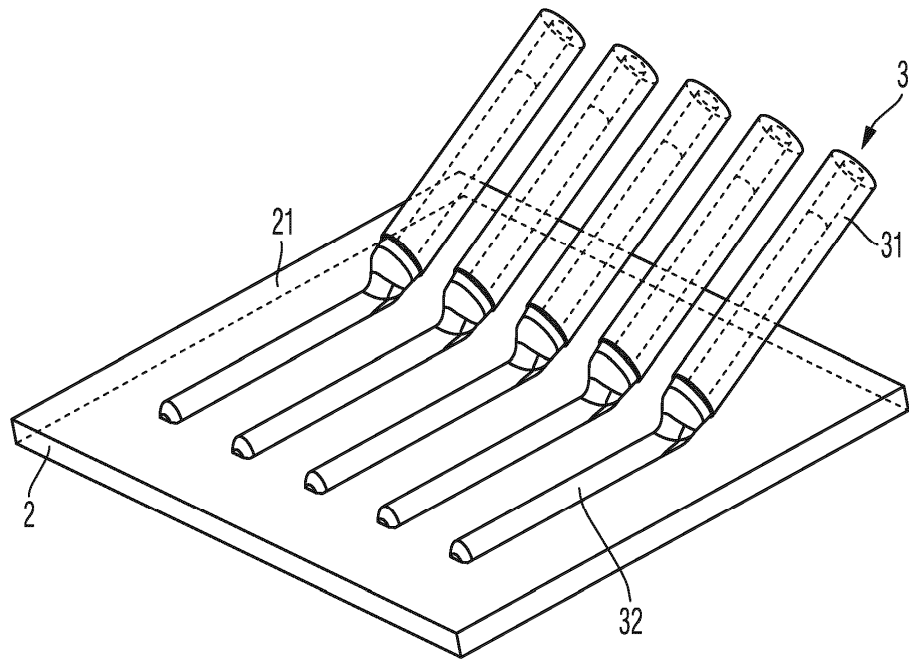


Fig. 1

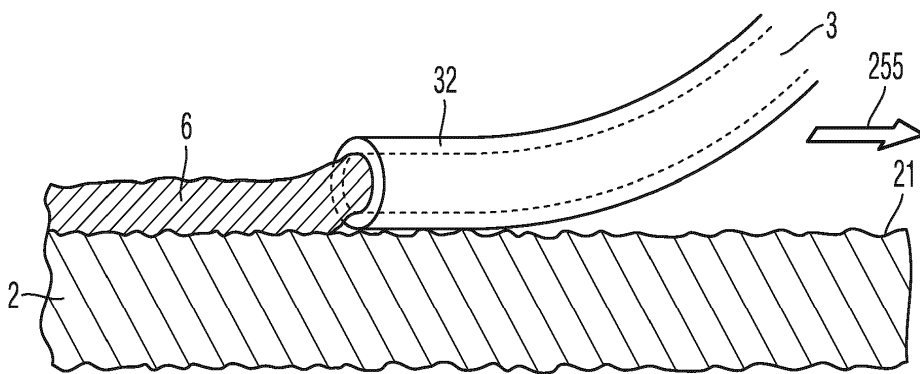


Fig. 2

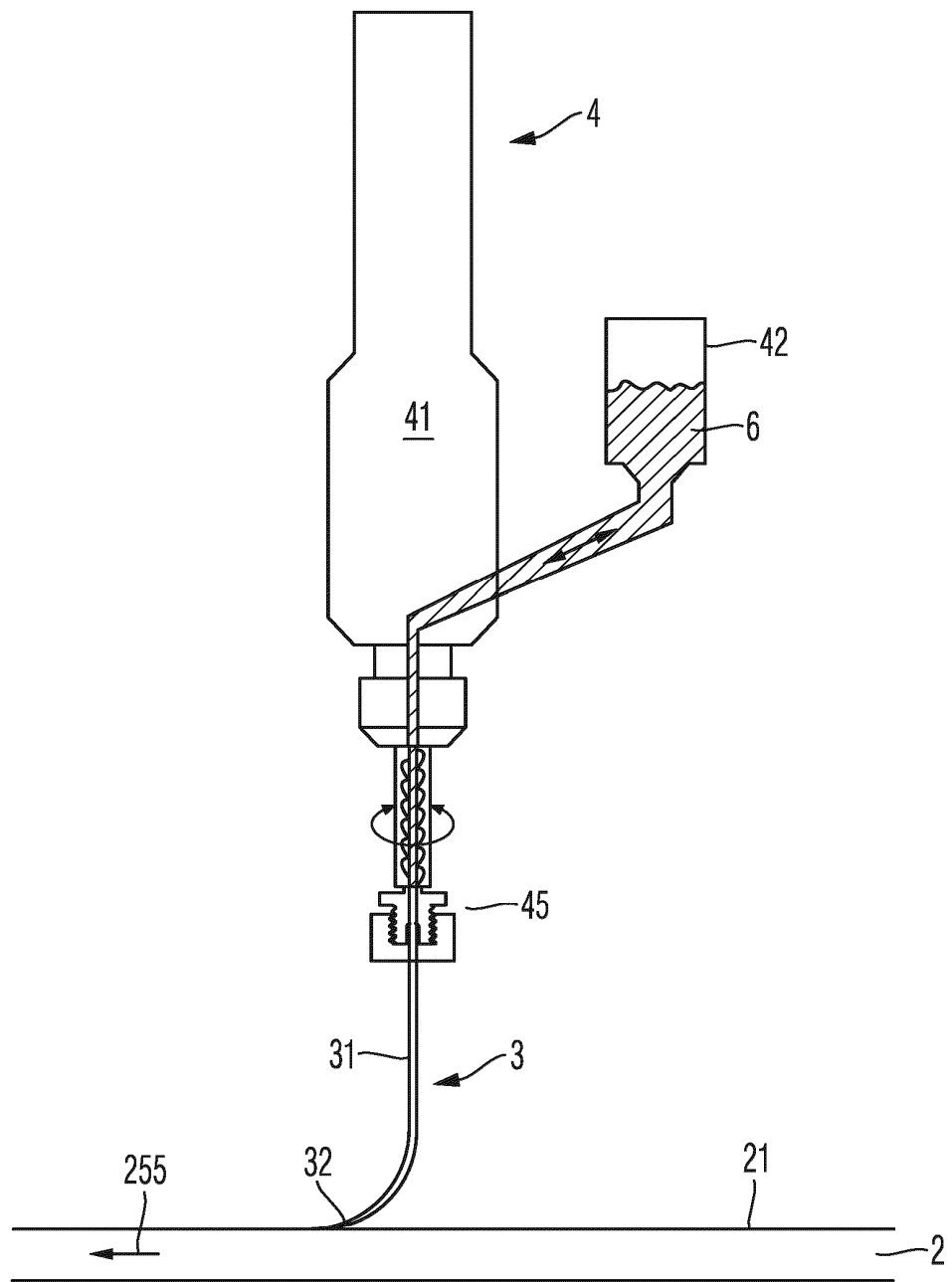


Fig. 3

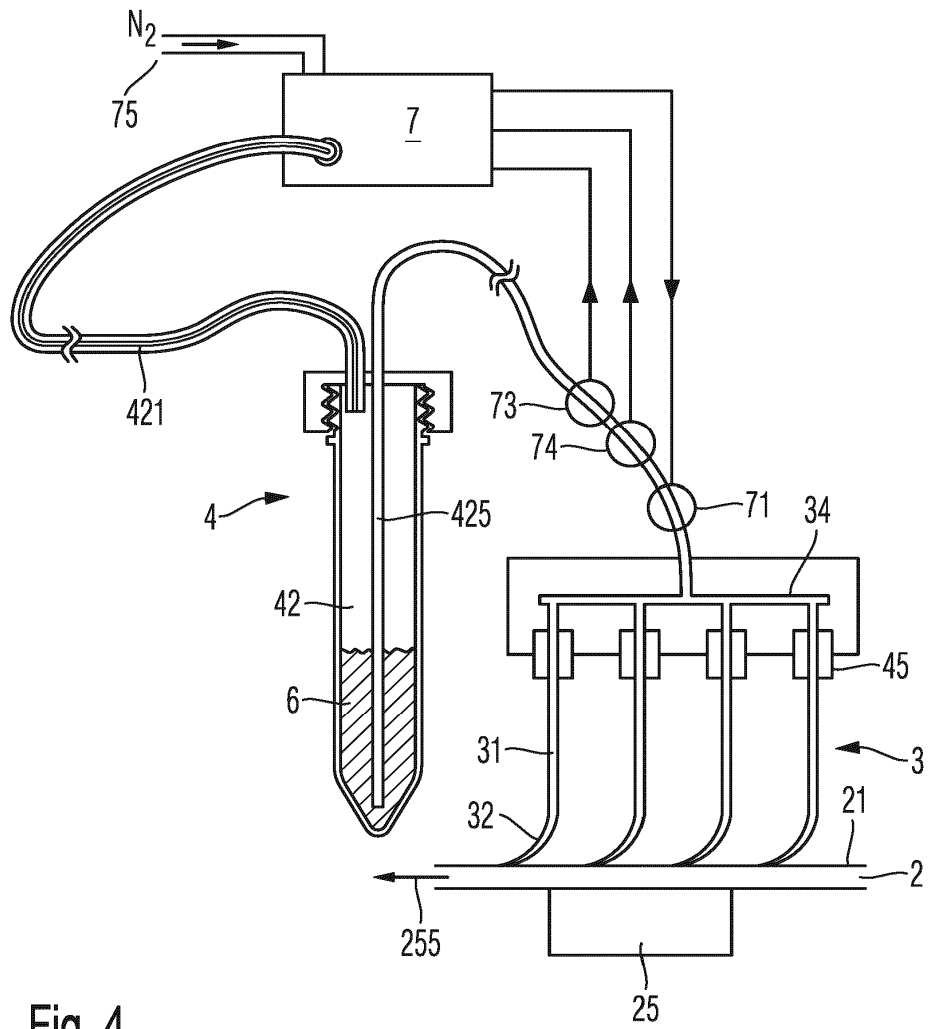


Fig. 4

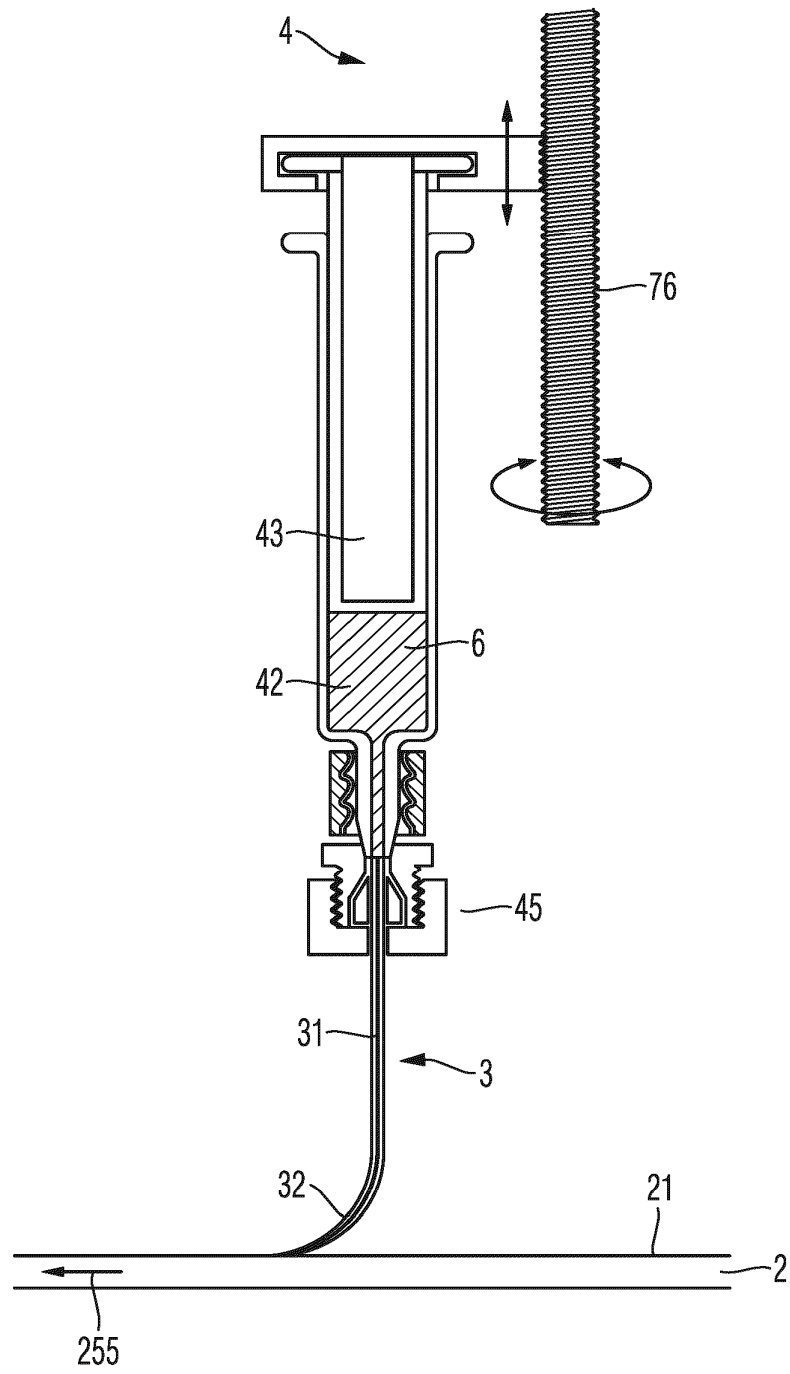


Fig. 5

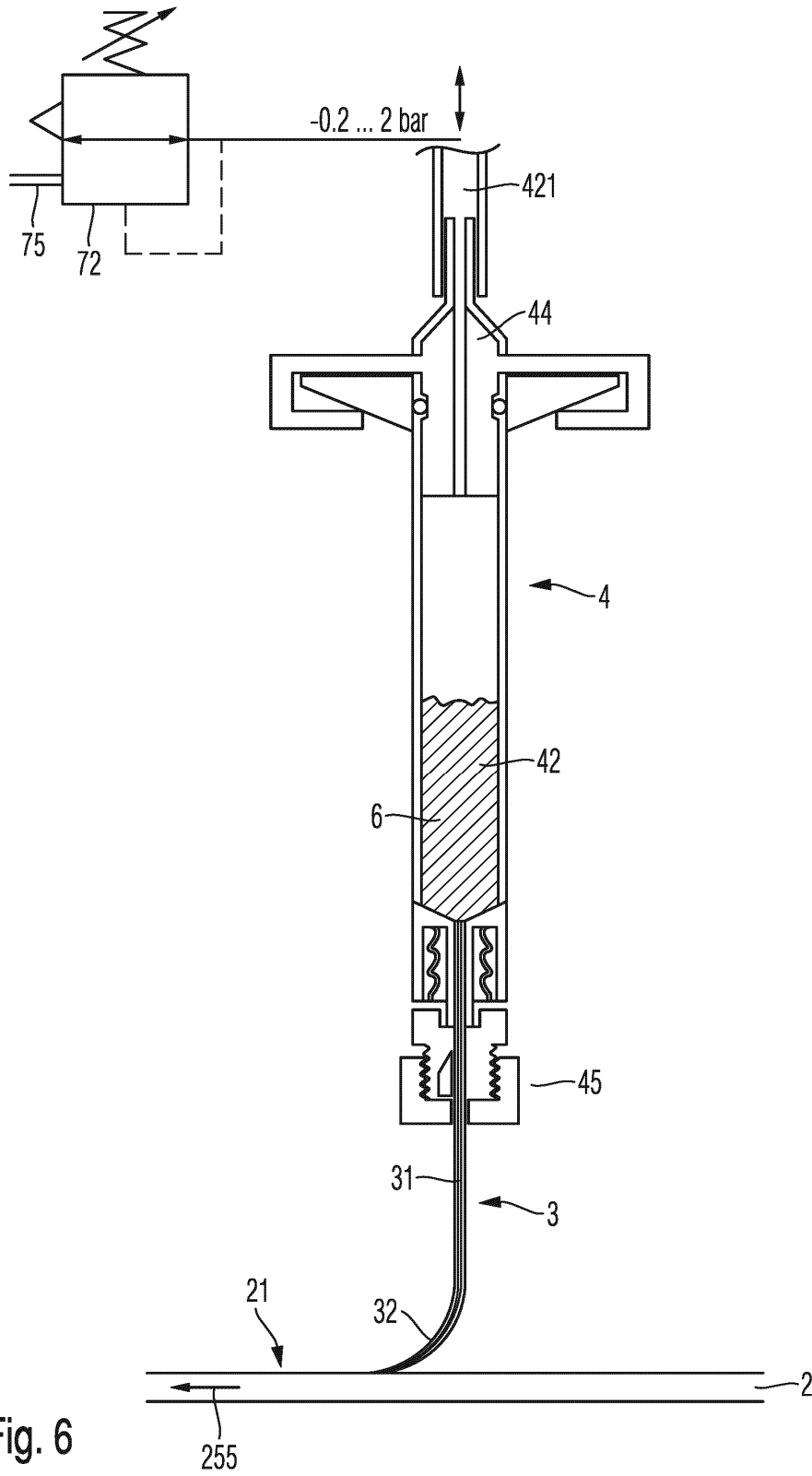


Fig. 6

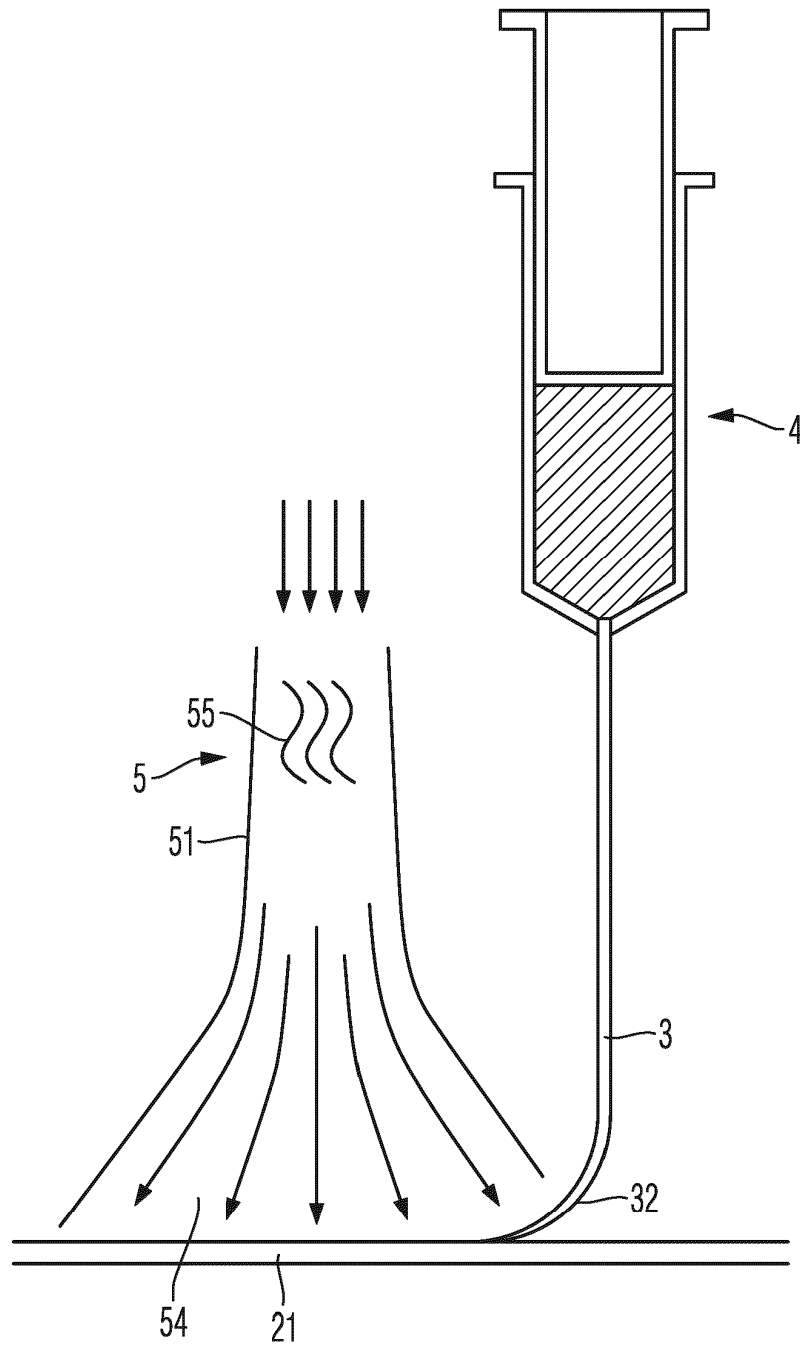


Fig. 7

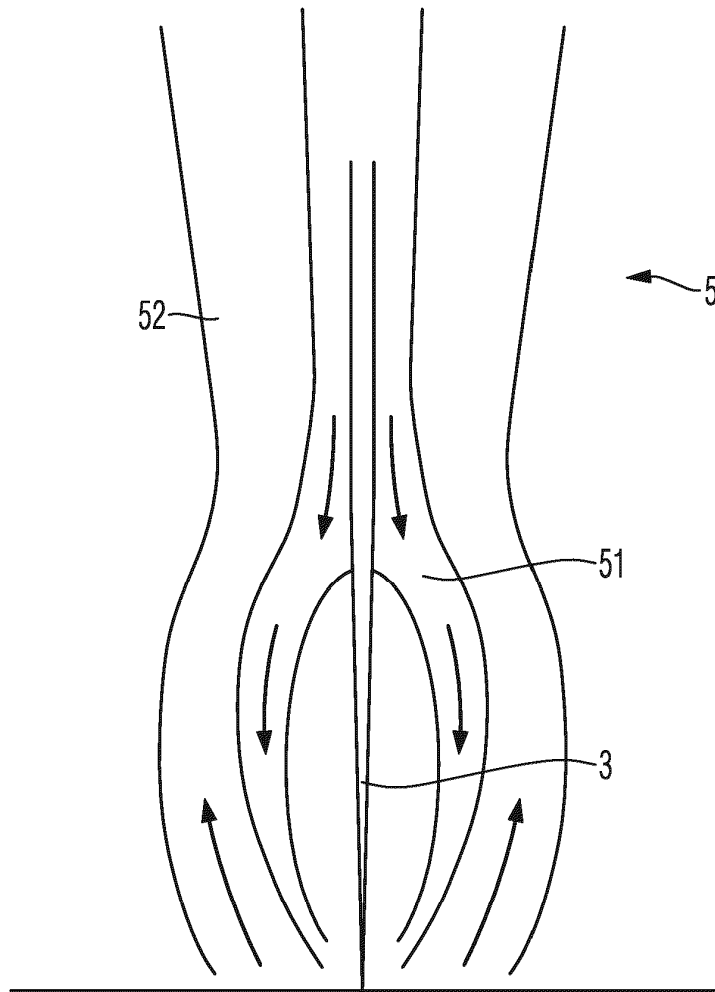


Fig. 8

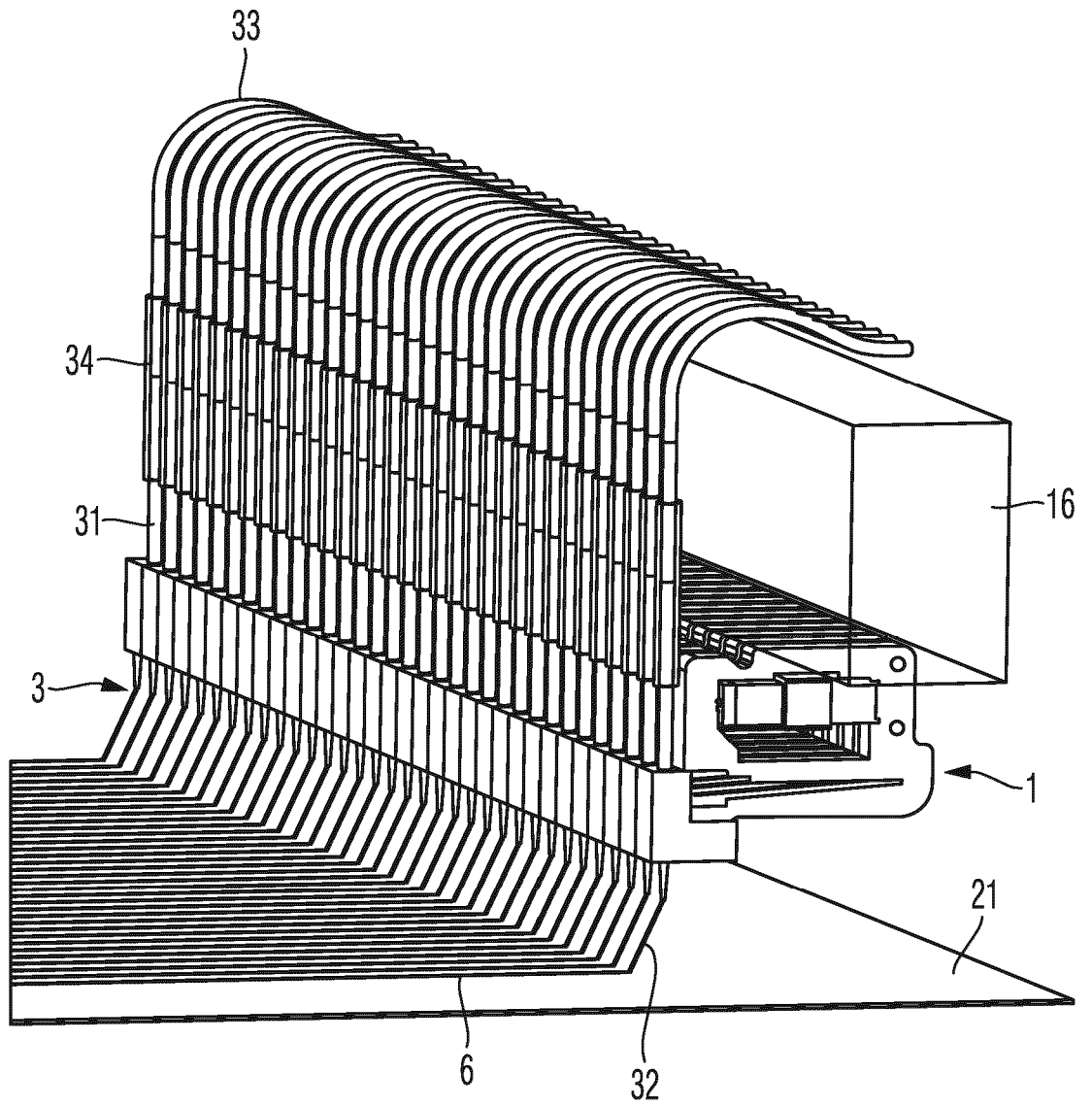


Fig. 9

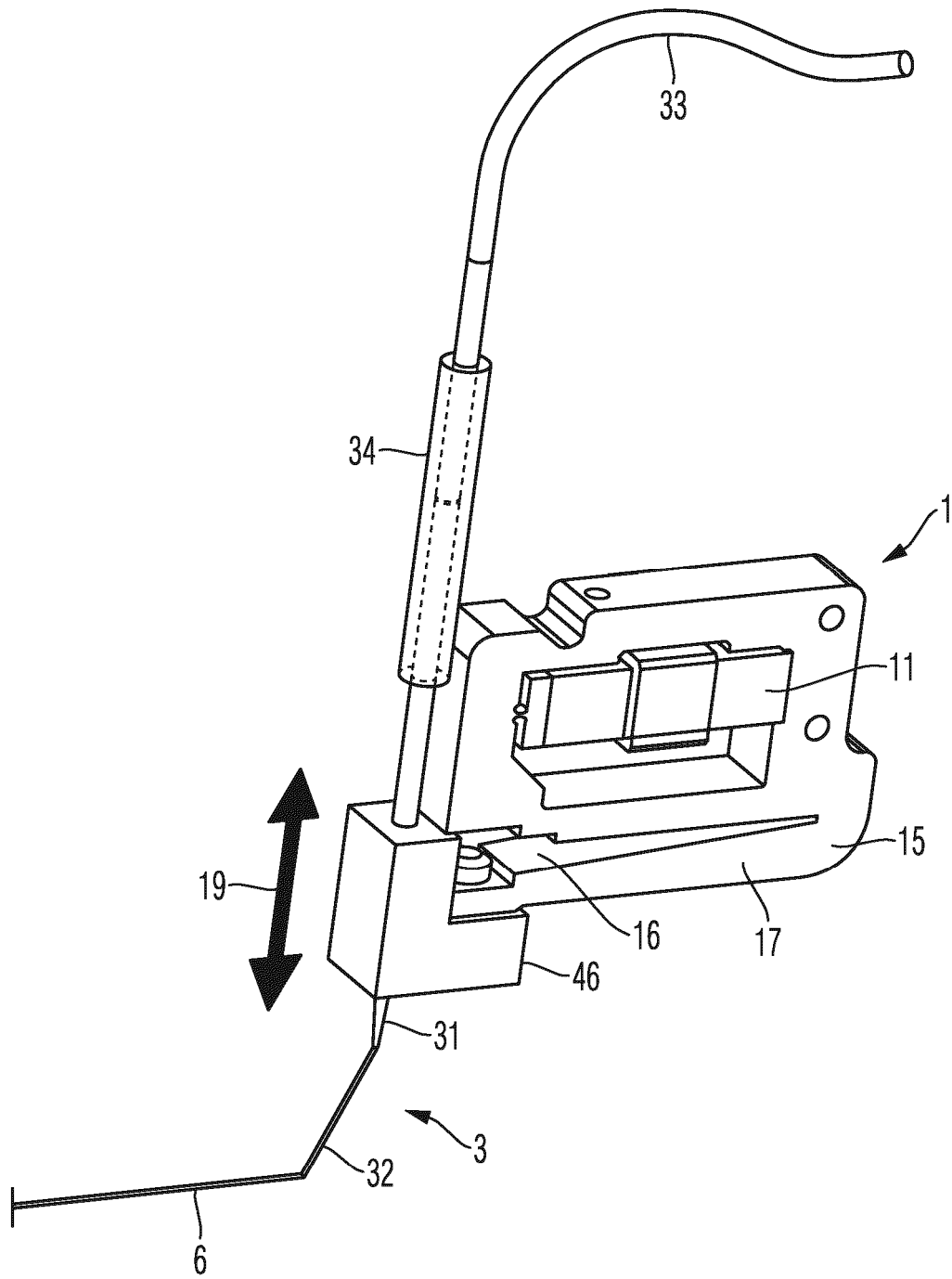


Fig. 10

