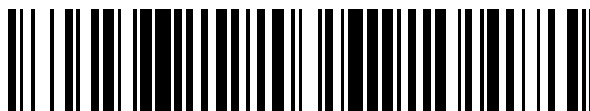


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 678**

51 Int. Cl.:

B05B 17/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.07.2014 PCT/IB2014/063121**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15011608**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2014 E 14766805 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 3024589**

54 Título: **Una malla para su uso en un nebulizador y un método para fabricar la misma**

30 Prioridad:

22.07.2013 EP 13306051

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

03.07.2019

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**HIJLKEMA, MARKUS;
PRITCHARD, JOHN NIGEL;
SANDERS, RENATUS HENDRICUS MARIA y
VAN DER SCHAFT, JOHANNES CHRISTIAAN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 718 678 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

Una malla para su uso en un nebulizador y un método para fabricar la misma

5 Campo técnico de la invención

La invención se refiere a una malla, tal y como se describe, por ejemplo, en el documento JP S59 52562 A, para su uso en un nebulizador, que nebuliza un líquido almacenado en su interior en gotitas finas y, en particular, se refiere a una malla que tiene una pluralidad de boquillas con un diámetro de salida que se encuentra en un intervalo requerido y a un método para fabricar dicha malla, así como a un nebulizador.

Antecedentes de la invención

Los nebulizadores o atomizadores, como a veces se les denomina, son dispositivos que generan un rocío fino o un aerosol a partir de un líquido. Una aplicación particularmente útil para los nebulizadores consiste en proporcionar un rocío fino que contenga un fármaco en partículas, disuelto o suspendido, para administrárselo a un paciente por inhalación.

Los nebulizadores basados en una malla piezoeléctrica (un tipo que utiliza una geometría de "placa plana" de un elemento piezoeléctrico y una malla para producir aerosol) se usan habitualmente para generar aerosoles en dicho aparato de administración de fármacos, de modo que un elemento piezoeléctrico hace vibrar el líquido a través de una malla para producir el rocío fino. La malla contiene un gran número de pequeñas boquillas u orificios (por ejemplo, 5000-15000) a través de los cuales puede pasar el líquido para formar las gotitas. La malla también se conoce como placa de boquilla, placa de abertura o membrana.

La figura 1 muestra un nebulizador 2 ejemplar. El nebulizador 2 comprende un cuerpo 4 que tiene una entrada 6 y una salida 8 dispuestas de manera que, cuando un usuario del nebulizador 2 inhala a través de la salida 8, el aire se aspira hacia y a través del nebulizador 2 por la entrada 6 y salida 8 y hacia el cuerpo del usuario. La salida 8 suele proporcionarse en forma de pieza bucal o mascarilla facial o nasal, o con una forma que sea adecuada para su conexión con una pieza bucal o mascarilla facial o nasal independiente y sustituible.

El nebulizador 2 comprende una cámara de nebulización 10 entre la entrada 6 y la salida 8 para almacenar un líquido 12, por ejemplo, un medicamento o fármaco, y nebulizarlo (es decir, convertirlo en una bruma o rocío fino). El nebulizador 2 está configurado de tal manera que las finas gotitas de líquido 12 se combinan con el aire aspirado a través del nebulizador 2 cuando el usuario inhala, para así administrar una dosis del medicamento o fármaco al usuario.

Se proporciona un accionador 14, tal como un elemento piezoeléctrico, a lo largo de una pared de la cámara de nebulización 10 para agitar o hacer vibrar el líquido 12 almacenado en la cámara de nebulización 10. Una malla 16 se coloca en la cámara de nebulización 10, opuesta al accionador 14, estando contenido el líquido 12 que debe nebulizarse en la cavidad entre el accionador 14 y la malla 16. La malla comprende un gran número de boquillas a través de las cuales puede pasar el líquido 12 para formar las gotitas. La malla 16 tiene un lado de entrada 18, que está orientado hacia el líquido 12 y el accionador 14, y un lado de salida 20, opuesto al lado de entrada 18 desde el que brotan las gotitas de líquido 12.

Aunque no se muestra en la figura 1, el nebulizador 2 también puede comprender un depósito que contenga más líquido 12 para nebulizar y que esté conectado a la cámara de nebulización 10, de manera que la cantidad requerida de líquido 12 se conserve en la cámara de nebulización 10.

El accionador 14 funciona para crear ondas de presión ultrasónicas en el líquido 12 que empujan el líquido 12 a través de las boquillas de la malla 16 para formar las gotitas.

Dado que un paciente normalmente tiene que administrar una cierta cantidad de medicamento en una dosis de tratamiento en particular, el tiempo de tratamiento está determinado principalmente por el caudal másico de las gotitas generadas por el nebulizador. Especialmente con los nuevos medicamentos, como los biológicos, donde la dosis del medicamento puede ser grande, el tiempo de tratamiento puede ser de hasta varias horas con los nebulizadores que hay disponibles actualmente.

Para que un medicamento sea terapéuticamente eficaz cuando se inhala y, en particular, para que el medicamento se deposite en los pulmones, el tamaño de las gotitas de aerosol del medicamento debe estar dentro de un margen terapéutico reducido. El tamaño de las gotitas determina en qué parte de los pulmones se deposita el medicamento. El gráfico de la figura 2 muestra cómo el tamaño de las partículas afecta al porcentaje de deposición en la boca y la garganta, las vías respiratorias y la región alveolar.

En la figura 2 se puede ver que hay una ventana de un tamaño de 1-5 μm si la medicación se debe depositar en la parte profunda de los pulmones y la sedimentación en la boca y la garganta se debe minimizar. Para muchas

aplicaciones médicas, un diámetro de masa medio (DMM) de 5 µm se considera un límite superior para las gotitas de líquido. Un DMM de 5 µm significa que el 50 % de la medicación está contenida en gotitas más pequeñas que 5 µm.

El tamaño de las gotitas formadas por la malla viene determinado por el diámetro de salida de la boquilla (es decir, el diámetro de la boquilla del lado de la malla por donde brotan las gotitas, es decir, el lado de salida 20 de la malla 16 en el nebulizador 2 de la figura 1). El diámetro de las gotitas es aproximadamente el doble que el diámetro de salida d de la boquilla, como se muestra en la figura 3. Esto significa que una malla 16 normalmente debería tener boquillas con un diámetro de salida promedio de 2,5 µm.

En un modelo simplificado, cada boquilla crea una única gotita durante cada ciclo del accionador 14. Por lo tanto, las gotitas más grandes producirán un mayor flujo de masa hacia fuera del nebulizador 2.

Para un producto espeso, la variación de producto a producto del caudal másico del aerosol a una determinada frecuencia de vibración del accionador debería ser baja. Por lo tanto, especificar un límite en esta variación de salida tiene sus consecuencias en la variación aceptable del diámetro de salida de la boquilla.

En un ejemplo, se supone que una variación de +/- 25 % en el caudal másico es aceptable. Si se supone que se crea una única gotita por boquilla con cada onda de presión, entonces el caudal másico depende del volumen de la gotita V_{gotita} , que depende de la tercera potencia del diámetro de salida d de la boquilla (siendo $V_{\text{gotita}} = (4\pi/3) \cdot (d/2)^3$). Así, un cambio del 25 % en la masa de una gotita se corresponde con un cambio del 7,7 % en el diámetro de la gotita.

Supongamos que la producción de aerosol en términos de gramos por minuto de líquido tenga una desviación estándar de 1,64 (90 %) dentro del límite de especificación. La desviación estándar que se permite en el tamaño de la gotita, σ_{gotita} , es entonces de $7,7/1,64=4,7$ %. Si se supone que el diámetro de la gotita d_{gotita} es igual al diámetro de salida d de la boquilla multiplicado por alguna constante c, entonces $\sigma_{\text{gotita}}^2=c^2 \cdot \sigma_{\text{boquilla}}^2$. Por lo tanto, suponiendo una boquilla que tiene un diámetro de salida de 2,5 µm genera una gotita de 4,5 µm de diámetro, se obtiene entonces un 2,6 %, es decir, una variación de 0,065 µm en el diámetro de salida d de la boquilla. Así, hay poca tolerancia en el diámetro de salida d de la boquilla.

Además de la tolerancia estrecha en el diámetro de salida d de la boquilla, la malla 16 debe tener una cierta masa por unidad de área para funcionar de manera eficiente. La masa de la malla 16 debe tenerse en cuenta cuando el grosor de la malla 16 (indicada como t_{malla} en la figura 1) es mucho menor que la separación de la malla 16 y el accionador 14 (indicada como $t_{\text{separación}}$ en la figura 1). Si las ondas de presión generadas por el accionador 14 se reflejan en la malla 16 y vuelven al accionador 14, se crea una cavidad resonante. La onda de presión reflejada ayuda a aumentar aún más la presión, conservando la energía en el sistema, lo que hace que el accionador 14 necesite introducir menos energía en el líquido. En algunos casos, una malla 16 con una masa por unidad de área de 0,04 g/cm² es suficiente para crear esta cavidad resonante.

Sin embargo, esta masa por unidad de área de la malla 16 normalmente, solo se puede conseguir conformando la malla 16 a partir de un metal de alta densidad, como acero inoxidable, platino o níquel paladio, debido a la dificultad adicional de que el grosor de la malla 16 debería ser pequeño.

Por lo tanto, existe el problema de que se debe producir una malla 16 con una tolerancia estrecha en el diámetro de salida de la boquilla y con suficiente masa por unidad de área de la malla para crear una cavidad resonante. Además, el coste de producción de la malla 16 debería ser bajo ya que, normalmente, la malla 16 es una parte sustituible del nebulizador. Los productos actuales del mercado utilizan electroconformación (usando platino o níquel paladio) o perforación con láser (en acero inoxidable) para producir la malla 16. Sin embargo, usando estas técnicas, el diámetro de salida de la boquilla y la variación de este diámetro requeridos son difíciles de conseguir, lo que da como resultado un bajo rendimiento del proceso de fabricación y un gran coste si se desea lograr la desviación estándar de 0,065 µm.

Sumario de la invención

Por lo tanto, existe la necesidad de disponer de una malla que tenga una tolerancia estrecha en el diámetro de salida de la boquilla y la masa por unidad de área de la malla necesaria para crear una cavidad resonante, que pueda fabricarse a un menor coste mediante un proceso de fabricación de mayor rendimiento.

El objeto de la presente invención se resuelve con la materia objeto de las reivindicaciones independientes, en donde se incorporan realizaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes. Debe observarse que los siguientes aspectos descritos de la invención también son válidos para el uso de la malla en la formación de gotitas de líquido en un nebulizador y para el método de fabricación de una malla que se utiliza en la formación de gotitas de líquido en un nebulizador.

Se ha descubierto que es posible conseguir la tolerancia estrecha en el diámetro de salida de la boquilla en otro tipo de materiales utilizando métodos de fabricación inherentemente más precisos. Por ejemplo, las boquillas de grabado químico en silicio o las boquillas de grabado por láser en un polímero pueden cumplir con las tolerancias requeridas, pero las mallas hechas con estos materiales no son lo suficientemente densas para satisfacer el requisito de masa.

Por lo tanto, de acuerdo con la invención, se proporciona una malla que comprende una geometría híbrida en la que se combinan las propiedades útiles de dos tipos diferentes de material para conformar la malla. En particular, parte de la malla está hecha con un primer material que proporciona la masa requerida por unidad de área de la malla, y otra parte de la malla está hecha con un segundo material (que tiene menor densidad que el primer material) que se usa para conformar las boquillas con el diámetro de salida requerido.

En particular, según un primer aspecto de la invención, se proporciona una malla para su uso en la formación de gotitas de líquido en un nebulizador, comprendiendo la malla una primera porción, hecha con un primer material, que tiene una pluralidad de orificios que pasan a través de ella; y una segunda porción, hecha con un segundo material, que está en contacto con la primera porción, teniendo la segunda porción una pluralidad correspondiente de orificios que pasan a través de ella, conformando la pluralidad de orificios de la segunda porción boquillas para un lado de salida de la malla; en donde el primer material tiene una mayor densidad que el segundo material.

La pluralidad de orificios de la primera porción, hecha con el primer material, son unas primeras aberturas que conforman las aberturas de entrada de la malla. La pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, son segundas aberturas que conforman las boquillas con aberturas de salida de la malla. La segunda porción proporciona porciones de transición entre las aberturas de entrada y las aberturas de salida. Las aberturas de salida son más pequeñas que las aberturas de entrada.

Según un ejemplo, las segundas aberturas que conforman las boquillas tienen una sección transversal ahusada con una anchura decreciente en dirección del flujo. El segundo material está provisto de un espesor creciente de material que conforma las aberturas de la boquilla.

Según un ejemplo, la pluralidad de orificios de la primera porción, hecha con el primer material, presenta una primera geometría de orificio que tiene un primer tamaño de abertura. La pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, presenta una segunda geometría de orificio que tiene un segundo tamaño de abertura. El segundo tamaño de abertura es más pequeño que el primer tamaño de abertura. La pluralidad de los orificios de la primera porción proporciona unas primeras aberturas de suministro, y la pluralidad de orificios de la segunda porción proporciona las boquillas como segundas aberturas de salida, que están dispuestas en el sentido descendente de la corriente de las primeras aberturas de suministro.

Según un ejemplo, el primer material es un material que tiene una densidad que es mayor que 8 g/cm^3 y/o menor que 22 g/cm^3 .

Según un ejemplo, el primer material puede ser un metal o una aleación de metal. En particular, el primer material puede ser acero inoxidable, platino, cobalto, oro, tungsteno o níquel/paladio.

Según un ejemplo, el segundo material es un material que tiene una densidad que es mayor que $0,8 \text{ g/cm}^3$ y/o menor que 3 g/cm^3 .

Según un ejemplo, el segundo material puede ser silicio, un polímero o un epoxi. En particular, el segundo material puede ser policarbonato, poliimida o Epo-tek® 353ND.

En un ejemplo, cada boquilla tiene un diámetro que está dentro de un intervalo predeterminado en el lado de salida de la malla.

Según un ejemplo, la pluralidad de orificios de la segunda porción tiene un diámetro que va ahusándose desde un diámetro que generalmente es el mismo que el diámetro de los orificios de la primera porción hasta un diámetro menor que está dentro de un intervalo predeterminado en el lado de salida de la malla.

Así, la boquilla se conforma con una mayor contribución del segundo material de la segunda porción que del primer material. En pocas palabras, el primer material se utiliza para proporcionar la estructura básica, pero el segundo material se utiliza para proporcionar la forma exacta, las dimensiones y la posición de las boquillas.

En algunas realizaciones, la primera porción es una capa o placa del primer material.

En algunas realizaciones, la segunda porción es una capa o placa del segundo material.

En algunas realizaciones, la capa o placa del segundo material está unida o conectada a la capa o placa del primer material.

En realizaciones alternativas, la segunda porción comprende un segundo material ubicado en los orificios de la primera porción.

En algunas realizaciones, la pluralidad de orificios de la primera porción tiene un diámetro generalmente uniforme o un diámetro que va ahusándose, desde un diámetro de un lado de entrada de la malla, hasta un diámetro más pequeño en el otro lado de la primera porción.

5 Según un ejemplo, el primer material se proporciona como una capa o placa que comprende la pluralidad de orificios, y el segundo material se proporciona como una pluralidad de incrustaciones que están ubicadas, al menos parcialmente, en los orificios de la primera porción, rellenando cada incrustación, parcialmente, uno de los orificios del primer material, y estando conformadas las boquillas en el segundo material.

10 Según un ejemplo, el primer material se proporciona como una primera capa o placa que comprende la pluralidad de orificios, y el segundo material se proporciona como una segunda capa o placa, en la que se conforman las boquillas.

Según un ejemplo, la primera porción tiene preferentemente masa suficiente como para crear una cavidad resonante en el nebulizador.

15 Según un ejemplo, adicional o alternativo, la primera porción tiene una masa por unidad de área de al menos $0,04 \text{ g/cm}^2$.

20 Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un nebulizador que comprende una malla como la descrita anteriormente.

25 El nebulizador comprende un cuerpo que tiene una entrada y una salida dispuestas de manera que, cuando un usuario del nebulizador inhala a través de la salida, el aire se aspira hacia y a través del nebulizador por la entrada y la salida y hacia el cuerpo del usuario. La salida se proporciona en forma de pieza bucal o mascarilla facial o nasal o en una forma adecuada para su conexión con una pieza bucal o mascarilla facial o nasal independiente y sustituible. Además, se proporciona una cámara de nebulización entre la entrada y la salida para almacenar un líquido. El nebulizador está configurado con una malla como la descrita anteriormente, de manera que las finas gotitas de líquido se combinan con el aire aspirado a través del nebulizador cuando el usuario inhala para administrar una dosis del medicamento o fármaco al usuario.

30 Según un tercer aspecto de la invención, se proporciona un método para fabricar una malla para utilizarla en la formación de gotitas de líquido en un nebulizador, comprendiendo el método una etapa a) proporcionar una primera porción, hecha con un primer material, que tiene una pluralidad de orificios conformados a través de ella; y una etapa b) utilizar una segunda porción, hecha con un segundo material, que tiene una densidad más baja que el primer material para conformar boquillas para un lado de salida de la malla, estando colocada la segunda porción en contacto con la primera porción, teniendo la segunda porción una pluralidad correspondiente de orificios conformados a través de ella.

35 En un ejemplo, el primer material es un material que tiene una densidad que es mayor que 8 g/cm^3 y/o menor que 22 g/cm^3 . El primer material puede ser un metal o una aleación de metal. En particular, el primer material puede ser acero inoxidable, platino, cobalto, oro, tungsteno o níquel/paladio.

La etapa en la que se proporciona una primera porción, hecha con un primer material, que tiene una pluralidad de orificios conformados a través de ella comprende

- 45
- a1) proporcionar una primera porción hecha con el primer material; y
 - a2) conformar una pluralidad de orificios a través de la primera porción.

50 En algunas realizaciones, la etapa en la que se conforma una pluralidad de orificios a través de la primera porción comprende el uso de una perforación con láser.

En realizaciones alternativas, la etapa en la que se proporciona una primera porción comprende el uso de electroconformación.

55 En un ejemplo, el segundo material es un material que tiene una densidad que es mayor que $0,8 \text{ g/cm}^3$ y/o menor que 3 g/cm^3 . El segundo material puede ser silicio, un polímero o un epoxi. En particular, el segundo material puede ser policarbonato, poliimida o Epo-tek® 353ND.

60 En algunas realizaciones, la pluralidad de orificios conformados a través de la segunda porción se conforma usando grabado químico, grabado por láser o perforación con láser.

La etapa en la que se proporciona una primera porción, hecha con el primer material, que tiene la pluralidad de orificios conformados a través de ella comprende:

- proporcionar la pluralidad de orificios de la primera porción, hecha con el primer material, como primeras aberturas que conforman aberturas de entrada de la malla.

La etapa en la que se utiliza una segunda porción, hecha con el segundo material, que tiene la pluralidad de orificios conformados a través de ella comprende:

- proporcionar la pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, como segundas aberturas que conforman las boquillas con aberturas de salida de la malla.

La segunda porción proporciona porciones de transición entre las aberturas de entrada y las aberturas de salida. Además, las aberturas de salida son más pequeñas que las aberturas de entrada.

Según un ejemplo, en la etapa b), las segundas aberturas que conforman las boquillas están provistas de una sección transversal ahusada con una anchura decreciente en dirección del flujo; y, en la etapa b), el segundo material está provisto de un espesor de material creciente que conforma las aberturas de la boquilla.

Según un ejemplo, en la etapa a), la pluralidad de orificios de la primera porción, hecha con el primer material, está provista de una primera geometría de orificio que tiene un primer tamaño de abertura. En la etapa b), la pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, está provista de una segunda geometría de orificio que tiene un segundo tamaño de abertura; en donde el segundo tamaño de abertura es más pequeño que el segundo tamaño de abertura.

En la etapa a), la pluralidad de los orificios de la primera porción proporciona primeras aberturas de suministro.

En la etapa b), la pluralidad de orificios de la segunda porción proporciona las boquillas como unas segundas aberturas de salida, que están dispuestas en el sentido descendente de la corriente de las primeras aberturas de suministro.

En algunas realizaciones, la etapa en la que se proporciona una primera porción comprende proporcionar una capa o placa del primer material.

Según un ejemplo, el primer material se proporciona como una capa o placa que comprende la pluralidad de orificios; y el segundo material se proporciona como una pluralidad de incrustaciones que están ubicadas, al menos parcialmente, en los orificios de la primera porción, rellenando cada incrustación, parcialmente, uno de los orificios del primer material, y estando conformadas las boquillas en el segundo material.

Según un ejemplo, la etapa en la que se utiliza una segunda porción para conformar boquillas para un lado de salida de la malla comprende:

- b1) proporcionar una capa o placa del segundo material;
- b2) conformar la correspondiente pluralidad de orificios en el segundo material; y
- b3) unir o conectar la primera porción a la segunda porción.

Según un ejemplo alternativo, la etapa en la que se utiliza una segunda porción para conformar las boquillas para un lado de salida de la malla comprende:

- b4) rellenar la pluralidad de orificios de la primera porción con el segundo material; y
- b5) conformar la pluralidad de boquillas en el segundo material.

Preferentemente, la primera porción tiene suficiente masa como para crear una cavidad resonante en el nebulizador.

Preferentemente, la primera porción tiene una masa por unidad de área de, al menos, 0,04 g/cm².

Estos y otros aspectos de la presente invención se apreciarán de manera más clara con referencia a las realizaciones descritas a continuación.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describen unas realizaciones ejemplares de la invención, únicamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los siguientes dibujos, en los que:

- la figura 1 es un diagrama de bloques de un nebulizador ejemplar que comprende una placa de boquilla;
- la figura 2 es un gráfico que ilustra la relación entre el tamaño de las partículas y el porcentaje de sedimentación de las partículas en diferentes partes del cuerpo;
- la figura 3 es una ilustración de la relación entre el diámetro de salida de la boquilla y el tamaño de la gotita;
- la figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método general de fabricación de una malla según la invención;
- la figura 5 es una sección transversal a través de una malla según una primera realización de la invención;

la figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método para fabricar una malla según la primera realización;
 la figura 7 ilustra las etapas del método de la figura 6;
 la figura 8 es una imagen de orificios perforados en acero inoxidable;
 la figura 9 ilustra los principios generales del grabado químico;
 la figura 10 ilustra los principios generales del grabado por láser;
 la figura 11 muestra varias imágenes de boquillas que se han grabado con láser en policarbonato;
 la figura 12 es una sección transversal a través de una malla según una segunda realización de la invención;
 la figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un método para fabricar una malla según la segunda realización;
 la figura 14 ilustra las etapas del método de la figura 13; y
 la figura 15 muestra varias imágenes que ilustran las etapas del método de la figura 13.

Descripción detallada de las realizaciones ejemplares

Aunque la invención se describe a continuación con referencia a un nebulizador basado en una malla piezoeléctrica para utilizarla en la generación de un aerosol a partir de un medicamento, como se muestra en la figura 1, se apreciará que la invención puede aplicarse en otro tipo de productos que nebulizan un líquido, por ejemplo, humidificadores de aire, maquinillas de afeitar, planchas de vapor y dispensadores de perfume. La malla 16 usada en el nebulizador 2 también se conoce en la técnica como placa de boquilla, placa de abertura y membrana.

Como se comentó anteriormente, con el fin de abordar los problemas que existen con las técnicas actuales para fabricar mallas (en particular, las técnicas que usan electroconformación o perforación con láser) que ofrecen un bajo rendimiento del proceso de fabricación y un gran coste, la invención proporciona una malla 16 que comprende una geometría híbrida en la que se combinan las propiedades útiles de dos tipos diferentes de material (que, en algunos casos, surgen de las técnicas de fabricación que se pueden usar) para conformar la malla 16. En particular, parte de la malla 16 está hecha con un primer material, tal como un metal o aleación de metal, que proporciona la masa requerida por unidad de área de la malla 16, y otra parte de la malla 16 está hecha con un segundo material, que tiene una densidad más baja que el primer material, utilizándose el segundo material para conformar, al menos, la parte de las boquillas en el lado de salida 20 de la malla 16. El segundo material se selecciona de modo que se puedan usar técnicas de fabricación que permitan crear boquillas con el diámetro de salida necesario dentro de la tolerancia requerida (y que da como resultado un rendimiento mucho mayor que con las técnicas convencionales).

En un ejemplo, como se muestra en la figura 4, se proporciona un método de fabricación de una malla para utilizarla en la formación de gotitas de líquido en un nebulizador, comprendiendo el método:

- a) proporcionar una primera porción, hecha con un primer material, que tiene una pluralidad de orificios conformados a través de ella; y
- b) utilizar una segunda porción, hecha con un segundo material, que tiene una densidad menor que la del primer material para conformar boquillas para un lado de salida de la malla, estando colocada la segunda porción en contacto con la primera porción, teniendo la segunda porción una pluralidad correspondiente de orificios conformados a través de ella.

Se observa que la figura 4 también muestra otros aspectos en forma de opciones del método.

La figura 4 ilustra un ejemplo del método de fabricación o la producción de una malla 16 según la invención. La primera etapa, la etapa 101, comprende proporcionar una primera porción de la malla 16. La primera porción suele tener forma de capa o sustrato. La primera porción está hecha con un primer material que tiene densidad suficiente como para permitir que se cumpla el requisito de masa de la malla 16 (es decir, una densidad suficiente para permitir que la primera porción, después de que se hayan conformado los orificios, tenga una masa por unidad de área de, al menos, 0,04 g/cm²). El primer material puede ser un metal o una aleación de metal, por ejemplo, acero inoxidable, platino, cobalto, oro, tungsteno o níquel paladio. En general, los materiales que tienen una densidad superior a 8 g/cm³ y/o inferior a 22 g/cm³ son adecuados para su uso en la conformación de la primera porción de la malla 16. En un ejemplo, los materiales que tienen una densidad que está en el intervalo de 8 a 22 g/cm³ se utilizan para conformar la primera porción de la malla 16.

La primera porción, proporcionada en la etapa 101, también tiene una pluralidad de orificios conformados a través de ella. Como se indicó anteriormente, una malla 16 puede tener normalmente entre 5000-15000 orificios o boquillas, aunque se apreciará que se puede conformar un número diferente de orificios en la primera porción, según se requiera para la malla 16. Los orificios pueden tener cualquier forma adecuada, como circular, generalmente circular, elíptica, rectangular, etc.

La técnica utilizada en la etapa 101 para conformar la primera porción con la pluralidad de orificios puede depender del material del que está hecha la primera porción. Por ejemplo, cuando la primera porción está hecha de acero inoxidable, la etapa 101 puede comprender la provisión de una capa o lámina de acero inoxidable y el uso de perforación con láser para conformar los orificios.

Una técnica alternativa que se puede usar en la etapa 101 es la electroconformación usando galvanoplastia. La galvanoplastia es un proceso que utiliza corriente eléctrica para reducir los cationes metálicos disueltos, para que así conformen un recubrimiento metálico uniforme sobre un electrodo. La electroconformación utiliza la galvanoplastia para construir estructuras con formas particulares sobre un electrodo de sustrato, que luego se separarán del electrodo. En particular, se hace crecer una capa de metal sobre el electrodo de sustrato y, utilizando una capa no conductora, como una protección de polímero, se pueden seleccionar áreas que estén protegidas frente al crecimiento del metal. De este modo, se hace crecer una estructura metálica que tiene orificios rellenos de material no conductor, que luego se retira para abrir los orificios y proporcionar la primera porción.

Como la salida de las boquillas del lado de salida 20 de la malla 16 se conformará a partir de un segundo material, no hay necesidad de que el diámetro de los orificios de la primera porción sea particularmente preciso. Sin embargo, se establece un diámetro mínimo de, por ejemplo, 15 μm por la resistencia que experimentará un líquido que fluye a través de un pequeño canal. El diámetro máximo es una elección que se determina por la densidad de los orificios de la malla objetivo (es decir, el número de orificios por unidad de área en el lado de entrada 18 de la malla 16), y normalmente sería de 20 μm si el propósito fuera conseguir una malla 16 con 5000-15000 boquillas con un espesor de malla inferior a 100 μm .

Con respecto a la densidad de los orificios de la malla 16 (es decir, el número de orificios por unidad de área en el lado de entrada 18 de la malla 16), se apreciará que el aumento de la densidad y/o el diámetro de los orificios de la malla 16 reduce la masa total por unidad de área y, por lo tanto, las densidades/diámetros de orificios más altos requieren un espesor relativamente mayor para la primera porción de la malla 16. Por lo tanto, el espesor de la primera porción de la malla 16 viene determinado por la masa requerida por unidad de área y es una función del material utilizado para conformar la primera porción y el tamaño y la forma de los orificios de la primera porción. A modo de ejemplo, para una primera porción hecha a partir de acero inoxidable con orificios con un diámetro uniforme de 30 μm , que están dispuestos en un patrón hexagonal regular con una separación de 50 μm , una capa de acero inoxidable de 100 μm de espesor cumplirá con el requisito de masa.

Además de las técnicas de perforación y electroconformación por láser descritas anteriormente, los expertos en la técnica conocerán otras técnicas que se puedan utilizar para crear la primera porción y/o los orificios de la primera porción.

Después, en la etapa 103, se usa un segundo material de menor densidad que el primer material para conformar una segunda porción de la malla 16, conformando la segunda porción las boquillas del lado de salida 20 de la malla 16. El segundo material es un material que permite utilizar técnicas de fabricación que tengan suficiente precisión como para conformar boquillas con el diámetro de salida y la tolerancia requeridos en el segundo material (por ejemplo, 2,5 $\mu\text{m} \pm 0,065 \mu\text{m}$). El segundo material puede ser silicio, un polímero o un epoxi. Los polímeros adecuados incluyen policarbonato y poliimida, y un epoxi adecuada es Epo-tek® 353ND. La segunda porción de la malla 16 puede tener un grosor mayor que 5 μm y/o menor que 20 μm . En un ejemplo, el grosor está en el intervalo de 5 a 20 μm . En general, los materiales que tienen una densidad mayor que 0,8 g/cm³ y/o menor que 3 g/cm³ son adecuados para utilizarlos en la conformación de la segunda porción de la malla 16. En un ejemplo, los materiales que tienen una densidad en el intervalo de 0,8 a 3 g/cm³ se utilizan para conformar la segunda porción de la malla 16.

A continuación, se describirán con más detalle las diferentes formas de implementar la etapa 103.

En un ejemplo (no mostrado con más detalle), la etapa en la que se proporciona una primera porción, hecha con el primer material, que tiene la pluralidad de orificios conformados a través de ella comprende:

- proporcionar la pluralidad de orificios de la primera porción, hecha con el primer material, como primeras aberturas que conforman aberturas de entrada de la malla.

La etapa en la que se utiliza una segunda porción, hecha con el segundo material, que tiene la pluralidad de orificios conformados a través de ella comprende:

- proporcionar la pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, como segundas aberturas que conforman las boquillas con aberturas de salida de la malla.

La segunda porción proporciona porciones de transición entre las aberturas de entrada y las aberturas de salida. Además, las aberturas de salida son más pequeñas que las aberturas de entrada.

En otro ejemplo (tampoco se muestra con más detalle), en la etapa b), las segundas aberturas que conforman las boquillas están provistas de una sección transversal ahusada con una anchura decreciente en dirección del flujo. En la etapa b), el segundo material está provisto de un espesor de material creciente que conforma las aberturas de la boquilla.

En un ejemplo adicional (tampoco se muestra con más detalle), en la etapa a), la pluralidad de orificios de la primera porción, hecha con el primer material, está provista de una primera geometría de orificio que tiene un primer tamaño

de abertura. En la etapa b), la pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, está provista de una segunda geometría de orificio que tiene un segundo tamaño de abertura; en donde el segundo tamaño de abertura es más pequeño que el segundo tamaño de abertura.

5 En la etapa a), la pluralidad de los orificios de la primera porción proporciona primeras aberturas de suministro.

En la etapa b), la pluralidad de orificios de la segunda porción proporciona las boquillas como unas segundas aberturas de salida, que están dispuestas en el sentido descendente de la corriente de las primeras aberturas de suministro.

10 En un ejemplo más (no mostrado), el primer material se proporciona como una capa o placa que comprende la pluralidad de orificios. El segundo material se proporciona como una pluralidad de incrustaciones que están ubicadas, al menos parcialmente, en los orificios de la primera porción, rellenando cada incrustación, parcialmente, uno de los orificios del primer material, y estando conformadas las boquillas en el segundo material.

15 En un ejemplo, en una malla 16, que está provista de la pluralidad de orificios en la primera porción, hecha con el primer material, hay primeras aberturas que conforman aberturas de entrada de la malla. Por ejemplo, en la figura 5, las aberturas de entrada están provistas por el lado o extremo superior (en relación con la figura 5 apaisada) de los orificios indicados con el número 24. En la figura 12, las aberturas de entrada también están provistas por el lado o extremo superior (en relación con la figura 12 apaisada) de los orificios indicados con el número 24'. La pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, son segundas aberturas que conforman las boquillas con aberturas de salida de la malla, indicadas con 30 en la figura 5 y con 30' en la figura 12. De esta manera, la segunda porción proporciona porciones de transición entre las aberturas de entrada y las aberturas de salida, como se muestra en las figuras 5 y 12. Como también se muestra en las figuras 5 y 12, las aberturas de salida son más pequeñas que las aberturas de entrada.

25 En otro ejemplo, las segundas aberturas que conforman las boquillas tienen una sección transversal ahusada con una anchura decreciente en dirección del flujo. Esto se muestra en las figuras 5 y 12 para las dos realizaciones ejemplares respectivas. Se observa que el segundo material está provisto de un espesor de material creciente que conforma las aberturas de la boquilla. Dicho de otra forma, el segundo material se utiliza para la formación o conformación real de los canales de abertura.

30 En un ejemplo adicional, la pluralidad de orificios de la primera porción, hecha con el primer material, está provista de una primera geometría de orificio que tiene un primer tamaño de abertura. Por ejemplo, en la figura 5, la geometría del orificio de las primeras aberturas se muestra con paredes laterales paralelas, por ejemplo, como porciones cilíndricas en el primer material. En la figura 12, la geometría del orificio de las primeras aberturas se muestra con paredes laterales que se van ahusando, por ejemplo, como porciones cónicas, en el primer material. La pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, está provista de una segunda geometría de orificio que tiene un segundo tamaño de abertura. Por ejemplo, en la figura 5, la geometría del orificio de las segundas aberturas se muestra con una anchura decreciente en la dirección del flujo, cuya disminución se proporciona a un nivel variable, por ejemplo, a un mayor nivel. Por ejemplo, en la figura 12, la geometría del orificio de las segundas aberturas se muestra con una anchura decreciente en la dirección del flujo, cuya disminución se proporciona a un nivel variable, por ejemplo, a un mayor nivel en comparación con la geometría de abertura proporcionada por el primer material. Como también se muestra en las figuras 5 y 12, el segundo tamaño de abertura es más pequeño que el primer tamaño de abertura. Así, la pluralidad de los orificios de la primera porción proporciona unas primeras aberturas de suministro, y la pluralidad de orificios de la segunda porción proporciona las boquillas como segundas aberturas de salida, que están dispuestas en el sentido descendente de la corriente desde las primeras aberturas de suministro. Según la invención, el segundo material puede proporcionar el tamaño y la forma exactos de las aberturas de salida como boquillas, haciendo uso de las respectivas propiedades del material.

50 La figura 5 es una sección transversal a través de una malla 16 fabricada según una primera realización de la invención. En esta malla 16, la primera porción 22 (hecha con el primer material) es una capa o placa, estando la pluralidad de orificios 24 conformados a través de ella. En la realización ilustrada, la pluralidad de orificios 24 tiene un diámetro generalmente uniforme a través de la primera porción 22, aunque son posibles otros perfiles de orificio. En particular, es deseable proporcionar una transición suave desde los orificios 24 de la primera porción 22 hasta los orificios de la segunda porción 26 y, por lo tanto, los orificios 24 de la primera porción 22 preferentemente se ahúsan desde el lado de la primera porción 22, que conforma el lado de entrada 18 de la malla 16, hacia el lado que se debe colocar en contacto con la segunda porción 26. Por ejemplo, los orificios 24 de la primera porción 22 pueden ahusarse desde un diámetro de 25 µm en el lado de entrada 18 de la primera porción 22 hasta un diámetro de 15 µm en el lado de interfaz de la primera porción 22 (es decir, el lado que está opuesto al lado de entrada 18 y que hace contacto con la segunda porción 26).

60 Como se indicó anteriormente, un lado de la primera capa 22 conforma el lado de entrada 18 de la malla 16. El otro lado (interfaz) de la primera capa 22 está en contacto con la segunda porción 26 (hecha con el segundo material) que tiene forma de una capa o placa 26. El lado opuesto de la segunda porción 26 (es decir, el lado opuesto al lado que interactúa con o hace contacto con la primera porción 22) conforma el lado de salida 20 de la malla 16. La segunda porción 26 tiene una pluralidad de boquillas 28 que se corresponden con la pluralidad de orificios 24 de la primera

porción 22 (es decir, una pluralidad de boquillas 28 que, generalmente, se alinean con los orificios 24 de la primera porción 22), de modo que cada orificio 24 y la boquilla correspondiente 28 conforman un recorrido para que el líquido pase desde el lado de entrada 18 de la malla 16 hasta el lado de salida 20.

Las boquillas 28 de la segunda porción 26 están conformadas de tal manera que su diámetro se estrecha generalmente desde el mismo diámetro que los orificios 24 en el lado de interfaz (es decir, el lado opuesto al lado de entrada 18) de la primera porción 22 hasta el diámetro de salida deseado en el lado de salida 20 de la malla 16. Preferentemente, no debería haber una discontinuidad sustancial entre el diámetro de los orificios 24 de la primera porción 22 y las boquillas 28 de la segunda porción 26, en la interfaz entre la primera porción 22 y la segunda porción 26, ya que las discontinuidades pueden reducir la capacidad de generación de gotitas de la malla 16. La salida de las boquillas 28 se indica con el número 30 en la figura 5. El perfil de cada boquilla 28 puede ahusarse hasta el diámetro deseado para la salida de la boquilla 30 de forma lineal o no lineal (produciendo así una boquilla 28 con un perfil recto o curvo).

En un ejemplo, el primer material se proporciona como una primera capa o placa que comprende la pluralidad de orificios. El segundo material se proporciona como una segunda capa o placa, en la que se conforman las boquillas, como se muestra en la figura 5.

El diagrama de flujo de la figura 6 ilustra un método ejemplar para fabricar una malla 16 según la primera realización, como se muestra en la figura 5. Las figuras 7(a)-(e) ilustran las etapas del método de la figura 6.

Así, en una primera etapa, la etapa 122, y como se muestra en la figura 7(a), se proporciona una primera porción 22 en forma de capa de un primer material. Como se indicó anteriormente, el primer material se selecciona para proporcionar la masa requerida para que la malla 16 conforme la cavidad resonante con la cámara de nebulización 10 y el accionador 14. El primer material en esta realización es preferentemente un metal o una aleación de metal, por ejemplo, acero inoxidable, platino o níquel paladio. Los expertos en la técnica conocerán técnicas adecuadas, como la electroconformación o la perforación con láser/grabado químico, para conformar la primera porción a partir del primer material, y dichas técnicas no se describen en el presente documento.

A continuación, en la etapa 124, y como se muestra en la figura 7(b), se conforma una pluralidad de orificios 24 a través de la primera porción 22. Como se señaló anteriormente, donde la primera porción 22 está hecha con acero inoxidable, la pluralidad de orificios 24 se puede conformar mediante una perforación con láser. La figura 8 es una imagen ampliada de una placa de acero inoxidable en la que los orificios 24 se han perforado con láser (aunque se debe tener en cuenta que los orificios 24 de esta placa se ahúsan desde un diámetro de aproximadamente 30 μm en el lado de entrada (visible) 18 hasta aproximadamente 10 μm en el lado de la interfaz). En otras realizaciones, por ejemplo, cuando la primera porción 22 está hecha con platino o níquel paladio, los orificios 24 se crean cuando la primera porción 22 se conforma por electroconformación usando galvanoplastia (lo que reduce eficazmente las etapas descritas en las etapas 122 y 124 y como se muestra en las figuras 7(a) y (b) a una sola etapa, como se muestra en la figura 4).

En la etapa 126, tal y como se muestra en la figura 7(c), se proporciona una segunda porción 26 en forma de capa o placa de un segundo material. Como se indicó anteriormente, el segundo material se selecciona para permitir el uso de técnicas de fabricación para conformar boquillas en la segunda porción 26 que tiene el diámetro de salida requerido. El segundo material en esta realización es preferentemente silicio o un polímero. Los expertos en la técnica conocerán técnicas adecuadas para conformar la segunda porción a partir del segundo material, por ejemplo, utilizando una fotolitografía para definir los orificios, y dichas técnicas no se describen en el presente documento.

En la etapa 128, y como se muestra en la figura 7(d), se conforma una pluralidad de boquillas 28 a través de la segunda porción 26, siendo el diámetro de las boquillas 28 en un lado de la segunda porción 26, aproximadamente igual al diámetro de los orificios 24 en el lado de la interfaz de la primera porción 22 (para evitar o reducir las discontinuidades), y siendo el diámetro de las boquillas 28, en el otro lado de la segunda porción 26, del tamaño requerido dentro de la tolerancia requerida (por ejemplo, 2,5 $\mu\text{m} \pm 0,065 \mu\text{m}$).

Cuando el segundo material es silicio, las boquillas 28 pueden conformarse en la segunda porción 26 usando grabado químico. Aunque las técnicas para el grabado químico en silicio son muy conocidas en la técnica y no se describen con detalle en este documento, la figura 9 ilustra los principios generales del grabado químico. En particular, una protección 32, que es una plantilla en la que se conforma el patrón de boquilla deseado, se coloca sobre la segunda porción 26 para proteger las partes de la segunda porción 26 que no deben ser grabadas. Se aplica un disolvente químico en las partes expuestas de la segunda porción 26 (es decir, las partes no protegidas por la protección 31) que disuelve el segundo material y conforma las boquillas 28.

Cuando el segundo material es un polímero, las boquillas 28 pueden conformarse en la segunda porción 26 usando grabado por láser. Aunque las técnicas para el grabado con láser en polímeros (que también se conoce como maquinado con láser o procesamiento con láser) son bien conocidas en la técnica y no se describirán en detalle en este documento, la figura 10 ilustra los principios generales del grabado con láser. En particular, una máscara 32, que es una plantilla en la que se conforma el patrón de boquilla deseado, se coloca sobre la segunda porción 26, junto con una lente 34, y la luz láser 36 se proyecta a través de la máscara 32 y la lente 34 sobre la segunda la porción 26. La

luz láser elimina/evapora las partes expuestas de la segunda porción 26 (es decir, las partes no cubiertas por la máscara 32) para conformar las boquillas 28. Se proporciona un flujo de gas 38 para eliminar el segundo material que se evapora con la luz láser 36. Normalmente, se usa un láser excímero que tiene una longitud de onda de 150-400 nm, realizándose pulsos con láser para eliminar de la segunda porción 26 aproximadamente 0,15 µm de material por pulso.

Las imágenes de la figura 11 muestran varias vistas (a diferentes niveles de aumento) de las boquillas 28 que se han grabado con láser en un polímero (en particular, policarbonato).

Cuando se han fabricado la primera porción 22 y la segunda porción 26, las porciones 22 y 26 se colocan en contacto entre sí para conformar la malla 16 con cada orificio 24 de la primera porción 22, que generalmente se alinean con una boquilla 28 de la segunda porción 26 (etapa 130 y figura 7(e)). En unas realizaciones particulares, la primera porción 22 se une o conecta a la segunda porción 26 usando un adhesivo o una película adhesiva, aunque se debe tener cuidado para evitar que el adhesivo entre en los orificios 24 o en las boquillas 28.

Se apreciará que las etapas 122 a 128 mostradas en la figura 6 no necesitan realizarse en el orden ilustrado y, en algunas implementaciones, las etapas 128/130 pueden llevarse a cabo antes o, por lo general, al mismo tiempo que las etapas 122/124.

La figura 12 es una sección transversal a través de una malla 16' fabricada según una segunda realización de la invención. En esta malla 16', la primera porción 22' (hecha con el primer material) comprende una capa o placa, estando la pluralidad de orificios 24' conformada a través de ella. En esta realización de la invención, el grosor de la primera porción 22' puede ser de más de 5 µm y/o de menos de 30 µm. En una implementación ejemplar de la segunda realización, el grosor de la primera porción 22' está en el intervalo de 5 a 30 µm. En la realización ilustrada, el diámetro de los orificios 24' se ahúsa desde la parte superior de la primera porción 22' (correspondiente al lado de entrada 18' de la malla 16') hacia el lado de salida 20' de la malla 16'. En realizaciones alternativas, el diámetro de los orificios 24' puede ser uniforme a través de toda la primera porción 22' (es decir, sin ahusamiento).

Como se señaló anteriormente, un lado de la primera capa 22' conforma el lado de entrada 18' de la malla 16'. En esta realización, el otro lado de la primera capa 22' forma parte del lado de salida 20' de la malla 16'. La primera porción 22' está en contacto con la segunda porción 26' (hecha con el segundo material). En esta realización, el segundo material se usa para rellenar los orificios 24', y luego, las boquillas 28' se conforman en el segundo material, teniendo el diámetro de las boquillas 28' del segundo material, en el lado de salida 20' de la malla 16', el tamaño y la tolerancia requeridos (por ejemplo, 2,5 µm ± 0,065 µm). La salida de las boquillas 28' se indica con el número 30' en la figura 12. El perfil de cada boquilla 28' puede ahusarse hasta el diámetro deseado para la salida de la boquilla 30' de forma lineal o no lineal (de modo que se produzca una boquilla 28' con un perfil recto o curvo).

En un ejemplo, el primer material se proporciona como una capa o placa que comprende la pluralidad de orificios. El segundo material se proporciona como una pluralidad de incrustaciones que están ubicadas, al menos parcialmente, en los orificios de la primera porción, rellenando cada incrustación, parcialmente, uno de los orificios del primer material, y estando conformadas las boquillas en el segundo material, como se muestra en figura 12.

El diagrama de flujo de la figura 13 ilustra un método ejemplar para fabricar una malla 16' según la segunda realización, como se muestra en la figura 12. Las figuras 14(a)-(d) ilustran las etapas del método de la figura 13.

Las etapas 132 y 134 son similares a las etapas 122 y 124 que se muestran en la figura 6 y que se han descrito anteriormente.

Una vez que se ha conformado la pluralidad de orificios 24' en la primera porción 22', los orificios 24' se rellenan con el segundo material (etapa 136 y como se muestra en la figura 14(c)). En esta realización, el segundo material puede ser un polímero epoxi o líquido que se puede verter en los orificios 24' y que se endurece para conformar la segunda porción 26'.

Las imágenes de la figura 15(a)-(d) muestran una lámina metálica 22' con orificios 24' rellenos con un epoxi 26' de grado médico en varios niveles de ampliación.

Después, en la etapa 138 (y como se muestra en la figura 14(d)), se crean orificios a través de cada una de las porciones 26' del segundo material para conformar las boquillas 28' para el lado de salida 20' de la malla 16'. Como en la primera realización, los orificios/boquillas 28' se pueden crear usando un grabado químico o grabado con láser. Alternativamente, los orificios/boquillas 28' se pueden crear usando una perforación con láser. Las figuras 15(e) y (f) muestran la lámina metálica de las figuras 15 (a)-(d) con boquillas 28' que se han perforado con láser en el segundo material.

Después de que se hayan conformado los orificios/boquillas 28', la malla 16' está completa.

Por lo tanto, se proporciona una malla que tiene una tolerancia estrecha en el diámetro de salida de la boquilla y la masa requerida para crear una cavidad resonante en un nebulizador, que se puede fabricar a un menor coste mediante un proceso de fabricación de mayor rendimiento.

En un ejemplo, se proporciona un nebulizador con un diseño similar al nebulizador que se muestra en la figura 1. El nebulizador comprende un cuerpo que tiene una entrada y una salida dispuestas de manera que, cuando un usuario del nebulizador inhala a través de la salida, el aire se aspira hacia y a través del nebulizador por la entrada y la salida y hacia el cuerpo del usuario. La salida puede proporcionarse en forma de una pieza bucal o una mascarilla facial o nasal o en una forma que sea adecuada para su conexión con una pieza bucal o mascarilla facial o nasal independiente y sustituible. Además, se proporciona una cámara de nebulización entre la entrada y la salida para almacenar un líquido. El nebulizador está configurado de tal manera que las finas gotitas de líquido se combinan con el aire aspirado a través del nebulizador cuando el usuario inhala para administrar una dosis del medicamento o fármaco al usuario. Por esta razón, se proporciona una malla como la que se ha descrito con más detalle anteriormente.

Cabe señalar que las realizaciones de la invención se describen con referencia a diferentes materias objeto. En particular, algunas realizaciones se describen con referencia a las reivindicaciones de tipo método, mientras que otras realizaciones se describen con referencia a las reivindicaciones de tipo dispositivo. Sin embargo, a partir de la descripción anterior y de la siguiente, un experto en la materia deducirá que, a menos que se indique lo contrario, además de cualquier combinación de características que pertenezcan a un tipo de materia objeto, también se considera que, con esta solicitud, se divulga cualquier combinación entre las características relativas a diferentes materias objeto. Sin embargo, todas las funciones pueden combinarse proporcionando efectos sinérgicos que sean más que la simple suma de las características.

Si bien la invención se ha ilustrado y descrito con detalle en los dibujos y la descripción anterior, dicha ilustración y descripción deben considerarse ilustrativas o ejemplares y no restrictivas; la invención no está limitada a las realizaciones descritas.

Los expertos en la materia pueden entender y efectuar variaciones de las realizaciones divulgadas cuando pongan en práctica la invención reivindicada, a partir del estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas.

En las reivindicaciones, la expresión "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. Un solo procesador u otra unidad puede lograr las funciones de varios elementos enumerados en las reivindicaciones. El mero hecho de que se enumeren ciertas medidas en reivindicaciones dependientes que difieren entre sí no indica que no se pueda utilizar una combinación de estas medidas como ayuda. Cualquier signo de referencia de las reivindicaciones no debe interpretarse como una limitación del alcance.

REIVINDICACIONES

1. Una malla (16, 16') para su uso en la formación de gotitas de líquido en un nebulizador, comprendiendo la malla:

- 5 - una primera porción (22, 22'), hecha con un primer material, que tiene una pluralidad de orificios (24, 24') que pasan a través de ella; y
- una segunda porción (26, 26'), hecha con un segundo material, que está en contacto con la primera porción, teniendo la segunda porción una pluralidad correspondiente de orificios que pasan a través de ella, conformando la pluralidad de orificios de la segunda porción unas boquillas (28, 28') para un lado de salida (20, 20') de la malla;

10 en donde el primer material tiene una densidad más alta que el segundo material; caracterizada por que:

la pluralidad de orificios de la primera porción, hecha con el primer material, son unas primeras aberturas que conforman aberturas de entrada de la malla;

15 en donde la pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, son unas segundas aberturas que conforman las boquillas con aberturas de salida de la malla; en donde la segunda porción proporciona porciones de transición entre las aberturas de entrada y las aberturas de salida; y en donde las aberturas de salida son más pequeñas que las aberturas de entrada.

20 2. Malla según la reivindicación 1,

en donde las segundas aberturas que conforman las boquillas tienen una sección transversal ahusada con una anchura decreciente en dirección del flujo; y

25 en donde el segundo material está provisto de un espesor de material creciente que conforma las aberturas de la boquilla.

3. Malla según la reivindicación 1 o 2,

30 en donde la pluralidad de orificios de la primera porción, hecha con el primer material, está provista de una primera geometría de orificio que tiene un primer tamaño de abertura; en donde la pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, está provista de una segunda geometría de orificio que tiene un segundo tamaño de abertura;

en donde el segundo tamaño de abertura es más pequeño que el primer tamaño de abertura; y

35 en donde la pluralidad de los orificios de la primera porción proporciona unas primeras aberturas de suministro, y la pluralidad de orificios de la segunda porción proporciona las boquillas como segundas aberturas de salida, que están dispuestas en el sentido descendente de la corriente desde las primeras aberturas de suministro.

4. Malla según una de las reivindicaciones anteriores,

40 en donde el primer material es un material que tiene una densidad que es mayor que 8 g/cm^3 y/o menor que 22 g/cm^3 ; y/o

en donde el segundo material es un material que tiene una densidad que es mayor que $0,8 \text{ g/cm}^3$ y/o menor que 3 g/cm^3 .

45 5. Malla según una de las reivindicaciones anteriores, en donde está previsto que

i) el primer material es un metal o una aleación de metal; en donde, preferentemente, el primer material es acero inoxidable, platino, cobalto, oro, tungsteno o níquel paladio; y/o

ii) el segundo material es silicio, un polímero o un epoxi;

50 en donde, preferentemente, el segundo material es policarbonato, poliimida o Epo-tek® 353ND.

6. Malla según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la pluralidad de orificios de la segunda porción tiene un diámetro que se ahúsa desde un diámetro que, generalmente, es el mismo que el diámetro de los orificios de la primera porción, hasta un diámetro menor que se encuentra dentro de un intervalo predeterminado en el lado de salida de la malla.

7. Malla según una de las reivindicaciones anteriores,

60 en donde el primer material se proporciona como una capa o placa que comprende la pluralidad de orificios; y el segundo material se proporciona como una pluralidad de incrustaciones que están ubicadas, al menos parcialmente, en los orificios de la primera porción, rellenando cada incrustación, parcialmente, uno de los orificios del primer material, y estando conformadas las boquillas en el segundo material; y/o

en donde el primer material se proporciona como una primera capa o placa que comprende la pluralidad de orificios; y el segundo material se proporciona como una segunda capa o placa, en la que se conforman las boquillas.

8. Malla según una de las reivindicaciones anteriores,

en donde la primera porción tiene masa suficiente para crear una cavidad resonante en el nebulizador; y/o
en donde la primera porción tiene una masa por unidad de área de al menos 0,04 g/cm².

9. Un nebulizador, que comprende un cuerpo que tiene una entrada y una salida dispuestas de manera que, cuando un usuario del nebulizador inhala a través de la salida, el aire se aspira hacia y a través del nebulizador por la entrada y la salida y hacia el cuerpo del usuario;

en donde la salida se proporciona en forma de pieza bucal o mascarilla facial o nasal o en una forma que sea adecuada para su conexión con una pieza bucal o mascarilla facial o nasal independiente y sustituible; que además comprende una cámara de nebulización entre la entrada y la salida para almacenar un líquido; y
en donde el nebulizador está provisto de una malla según una de las reivindicaciones anteriores, de manera que las finas gotitas de líquido se combinan con el aire aspirado a través del nebulizador cuando el usuario inhala para administrar una dosis del medicamento o fármaco al usuario.

10. Un método para fabricar una malla para su uso en la formación de gotitas de líquido en un nebulizador, comprendiendo el método:

- a) proporcionar (101) una primera porción, hecha con un primer material, que tiene una pluralidad de orificios conformados a través de ella;
- b) usar (103) una segunda porción, hecha con un segundo material, que tiene una densidad menor que la del primer material para conformar boquillas para un lado de salida de la malla, estando colocada la segunda porción en contacto con la primera porción, teniendo la segunda porción una pluralidad correspondiente de orificios conformados a través de ella;

en donde la etapa en la que se proporciona una primera porción, hecha con el primer material, que tiene la pluralidad de orificios conformados a través de ella comprende:

- proporcionar la pluralidad de orificios en la primera porción, hecha con el primer material, como primeras aberturas que conforman aberturas de entrada de la malla;

en donde la etapa en la que se utiliza una segunda porción, hecha con el segundo material, que tiene la pluralidad de orificios conformados a través de ella comprende:

- proporcionar la pluralidad de orificios en la segunda porción, hecha con el segundo material, como segundas aberturas que conforman las boquillas con aberturas de salida de la malla;

en donde la segunda porción proporciona porciones de transición entre las aberturas de entrada y las aberturas de salida; y
en donde las aberturas de salida son más pequeñas que las aberturas de entrada.

11. Método según la reivindicación 10,

en donde la etapa en la que se proporciona una primera porción, hecha con el primer material, que tiene la pluralidad de orificios conformados a través de ella comprende:

- a1) proporcionar una primera porción hecha con el primer material; y
- a2) conformar una pluralidad de orificios a través de la primera porción.

12. Método según la reivindicación 10 u 11, en donde está previsto que:

- i) en la etapa b), se proporcionan las segundas aberturas que conforman las boquillas que tienen una sección transversal ahusada con una anchura decreciente en dirección del flujo;

en donde, en la etapa b), el segundo material está provisto de un espesor de material creciente que conforma las aberturas de la boquilla; y/o

ii) en la etapa a), la pluralidad de orificios de la primera porción, hecha con el primer material, está provista de una primera geometría de orificio que tiene un primer tamaño de abertura;

en donde, en la etapa b), la pluralidad de orificios de la segunda porción, hecha con el segundo material, está provista de una segunda geometría de orificio que tiene un segundo tamaño de abertura;
en donde el segundo tamaño de abertura es más pequeño que el primer tamaño de abertura; en donde, en la etapa a), la pluralidad de los orificios de la primera porción proporciona primeras aberturas de suministro; y
en donde, en la etapa b), la pluralidad de orificios de la segunda porción proporciona las boquillas como segundas aberturas de salida que están dispuestas en el sentido descendente de la corriente desde las primeras aberturas de suministro.

13. Método según una de las reivindicaciones 10 a 12, en donde la etapa en la que se proporciona una primera porción comprende proporcionar una capa o placa del primer material.

14. Método según la reivindicación 13,

en donde el primer material se proporciona como una capa o placa que comprende la pluralidad de orificios; y en donde el segundo material se proporciona como una pluralidad de incrustaciones que están ubicadas, al menos parcialmente, en los orificios de la primera porción, rellenando cada incrustación, parcialmente, uno de los orificios del primer material, y estando conformadas las boquillas en el segundo material.

15. Método según una de las reivindicaciones 10 a 14, en donde la etapa en la que se utiliza una segunda porción para conformar las boquillas para un lado de salida de la malla comprende:

- b1) proporcionar una capa o placa del segundo material;
 - b2) conformar la correspondiente pluralidad de orificios en el segundo material; y
 - b3) unir o conectar la primera porción a la segunda porción;
- y/o

en donde la etapa en la que se utiliza una segunda porción para conformar las boquillas para un lado de salida de la malla comprende:

- b4) rellenar la pluralidad de orificios de la primera porción con el segundo material; y
- b5) conformar la pluralidad de boquillas en el segundo material.

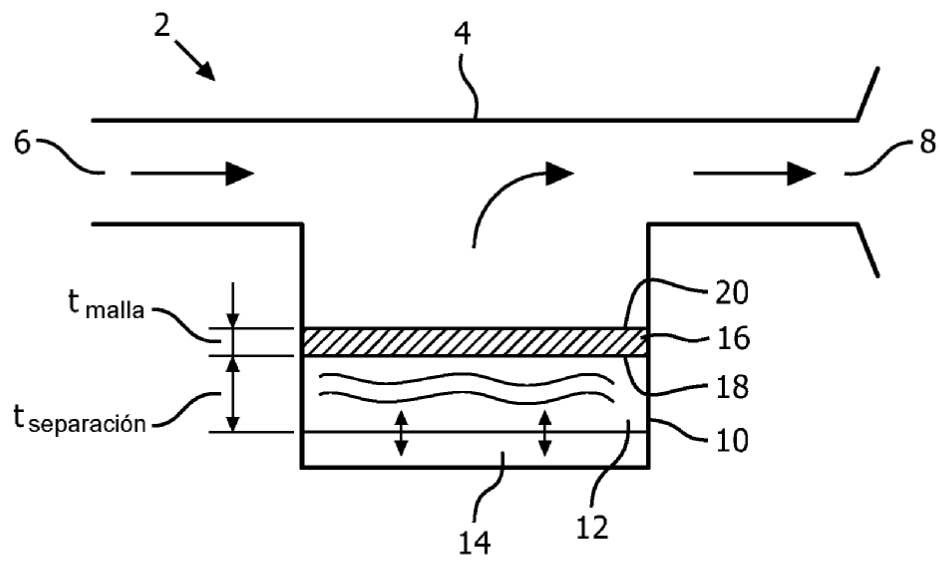


FIG. 1

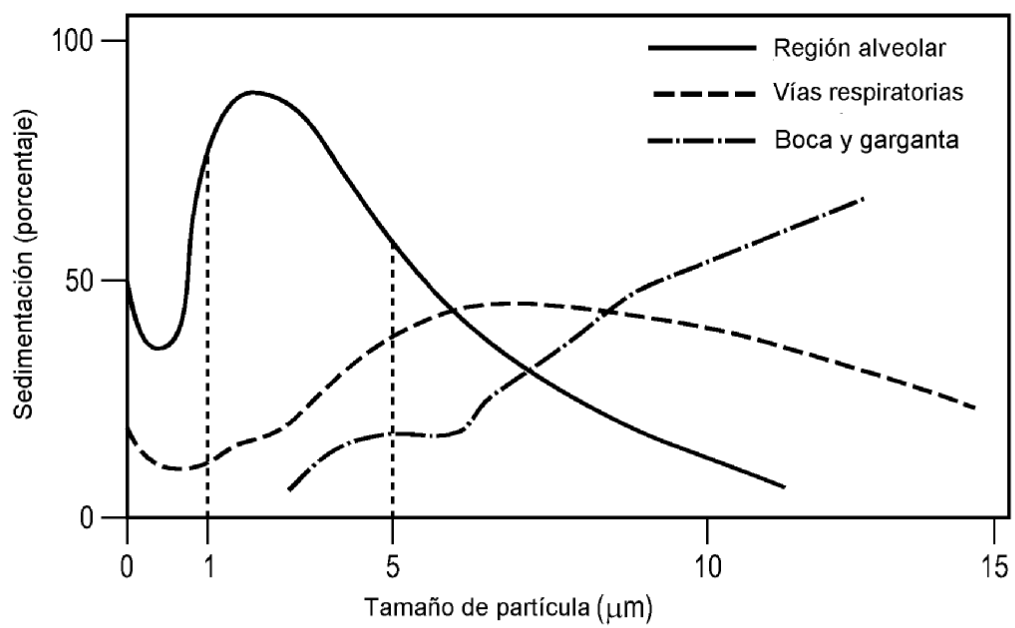


FIG. 2

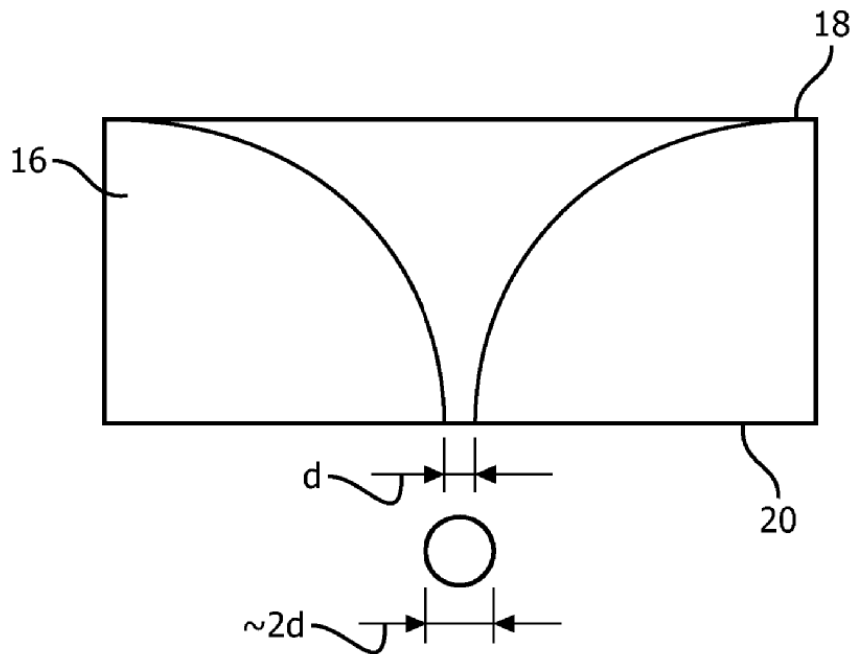


FIG. 3

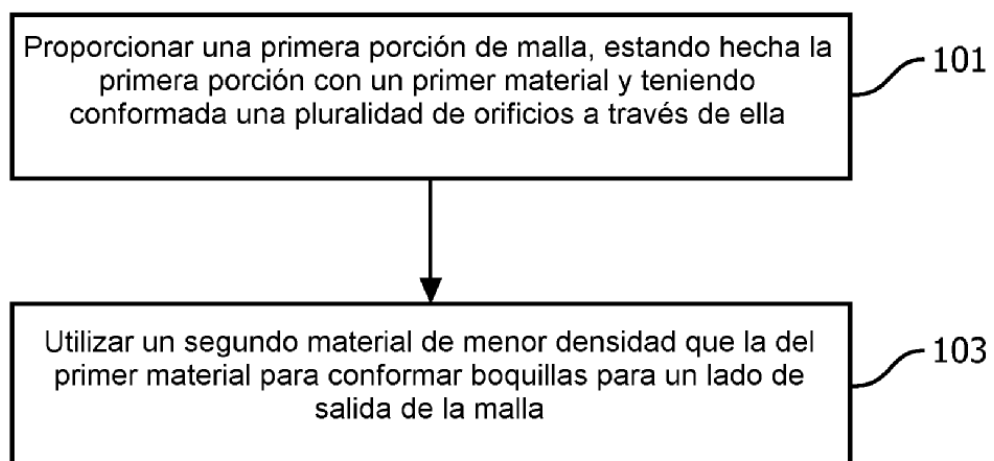
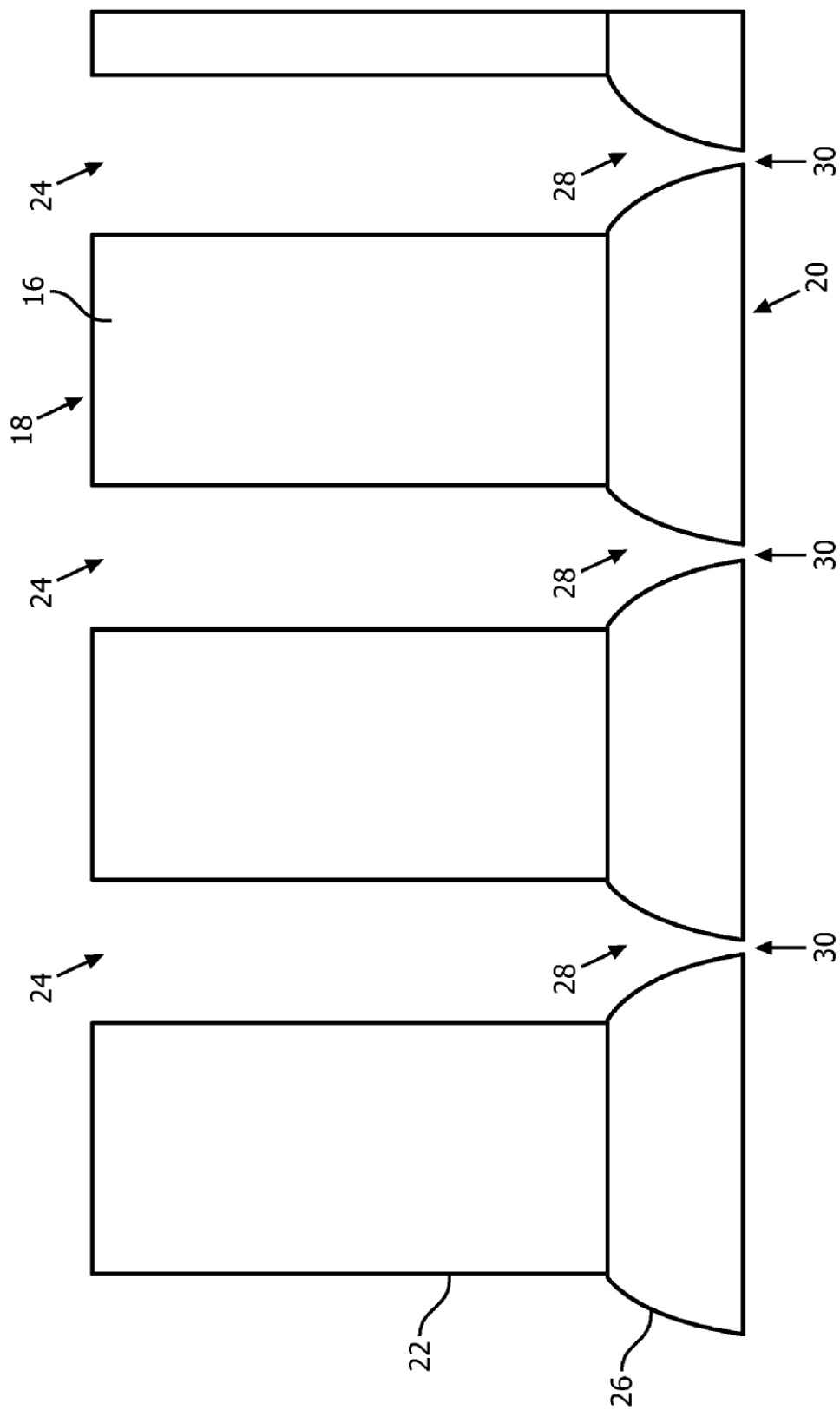


FIG. 4



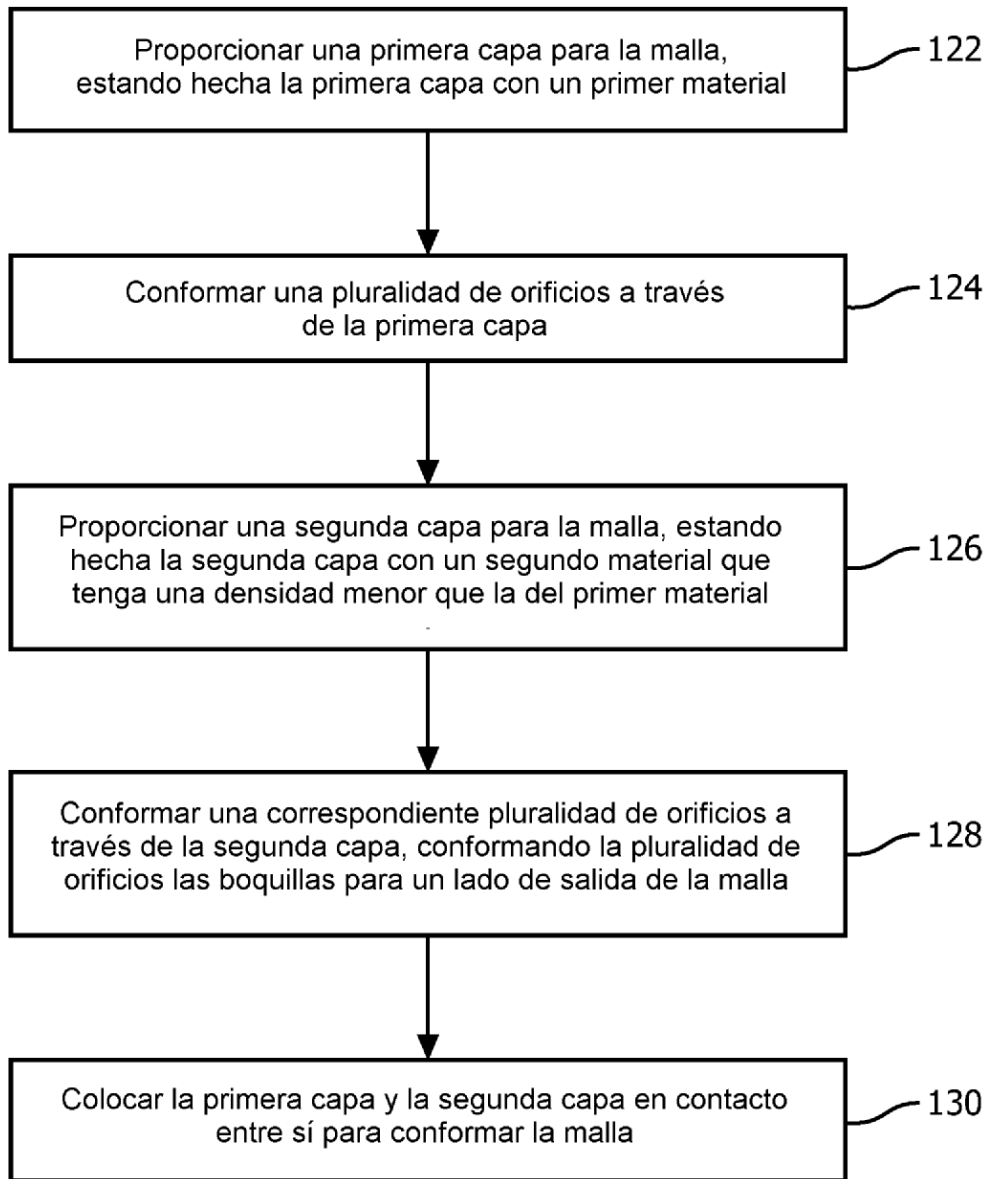


FIG. 6

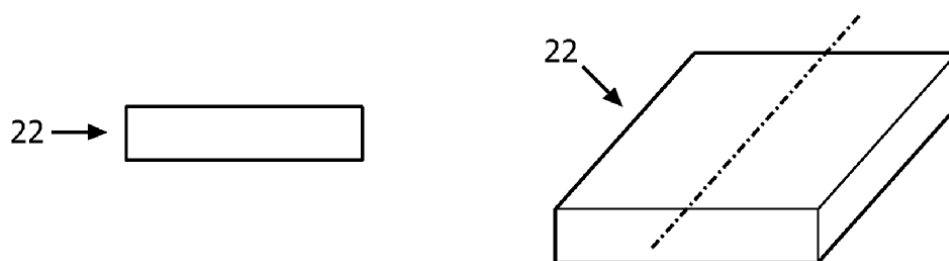


FIG. 7(a)

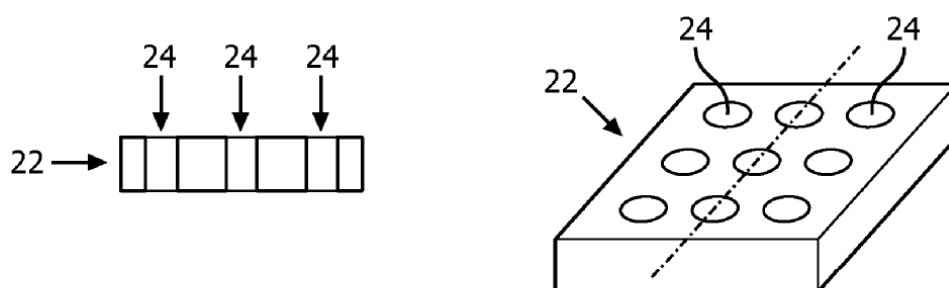


FIG. 7(b)

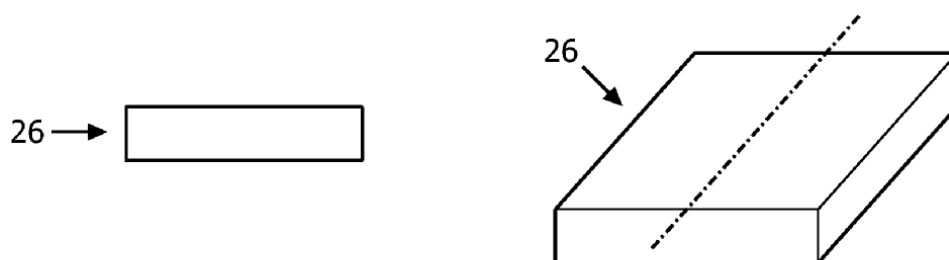


FIG. 7(c)

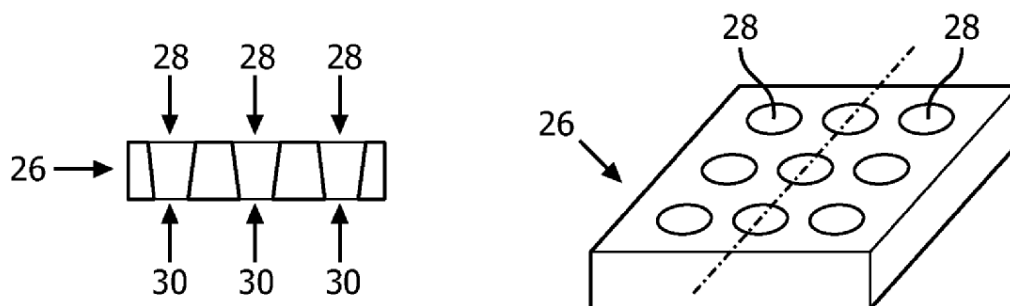


FIG. 7(d)

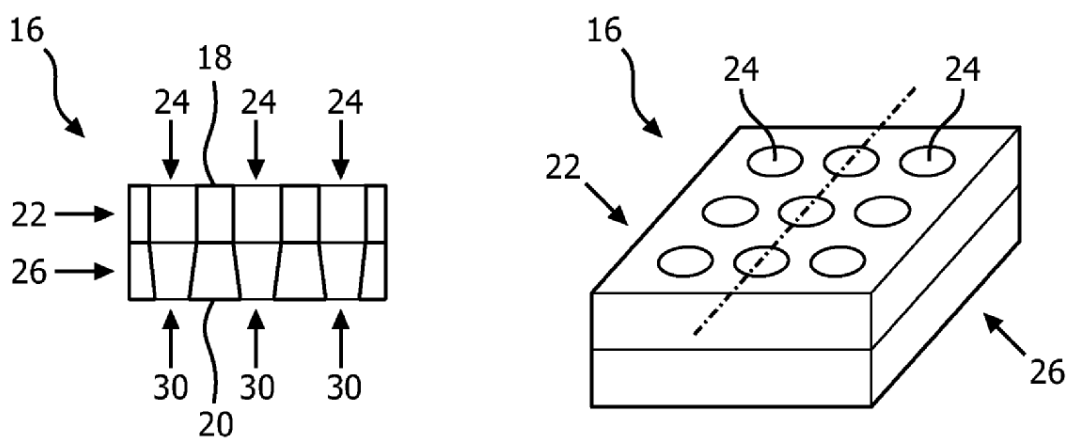


FIG. 7(e)

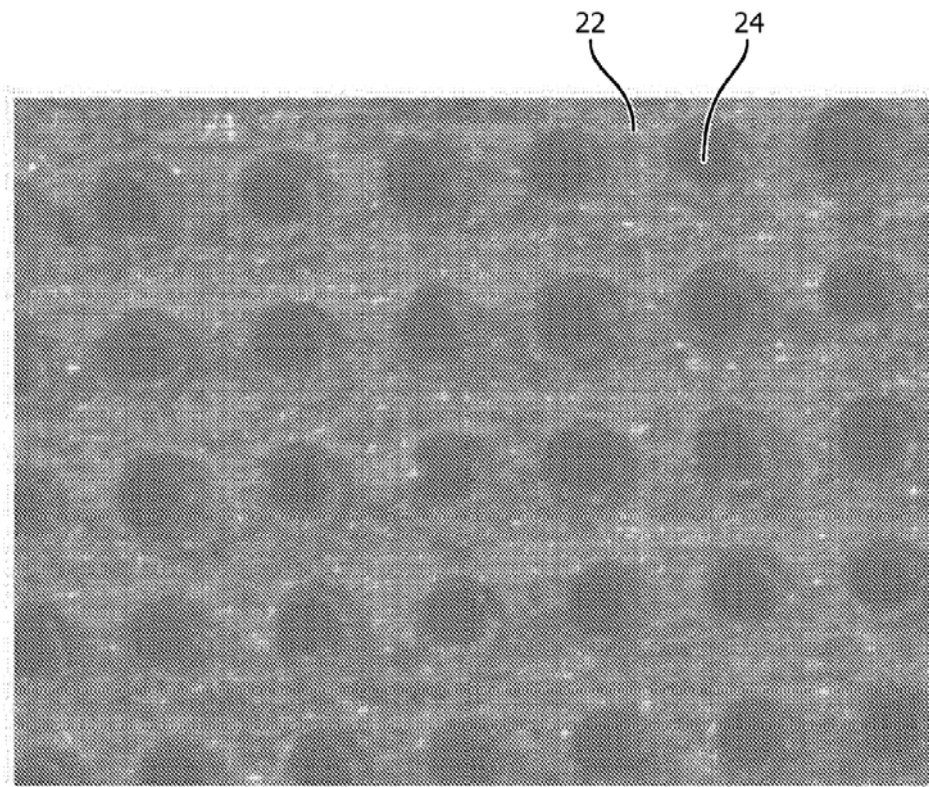


FIG. 8

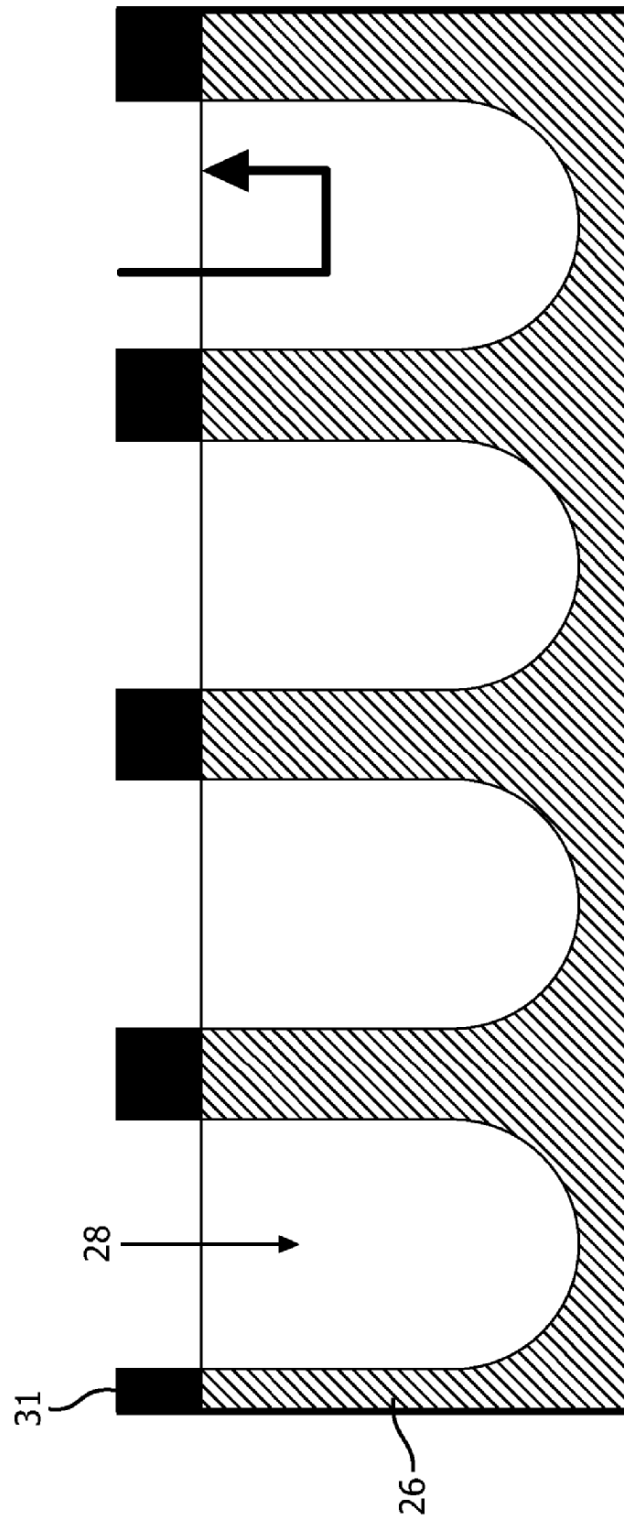


FIG. 9

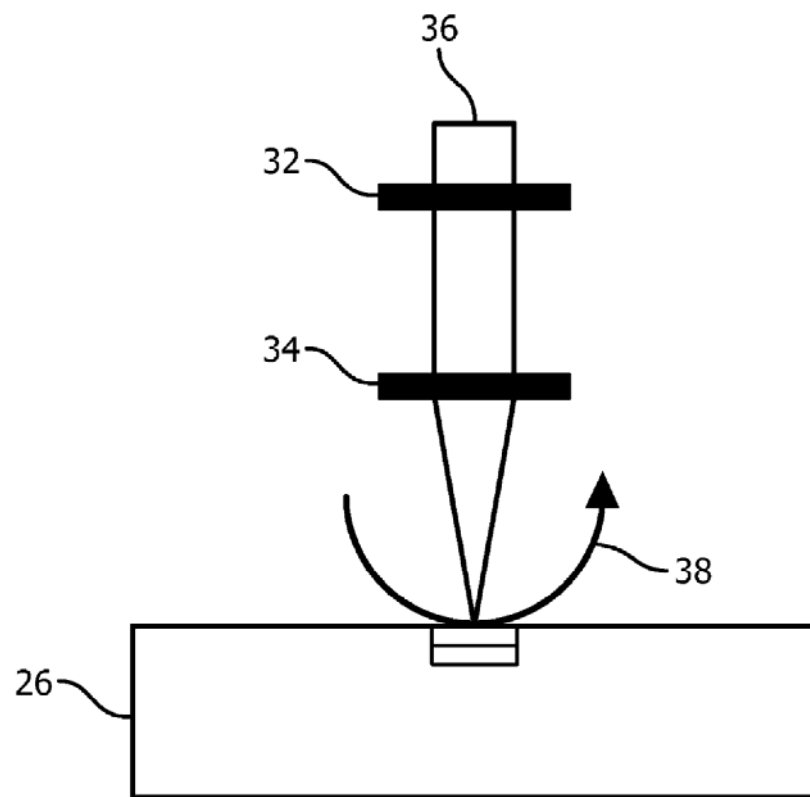


FIG. 10

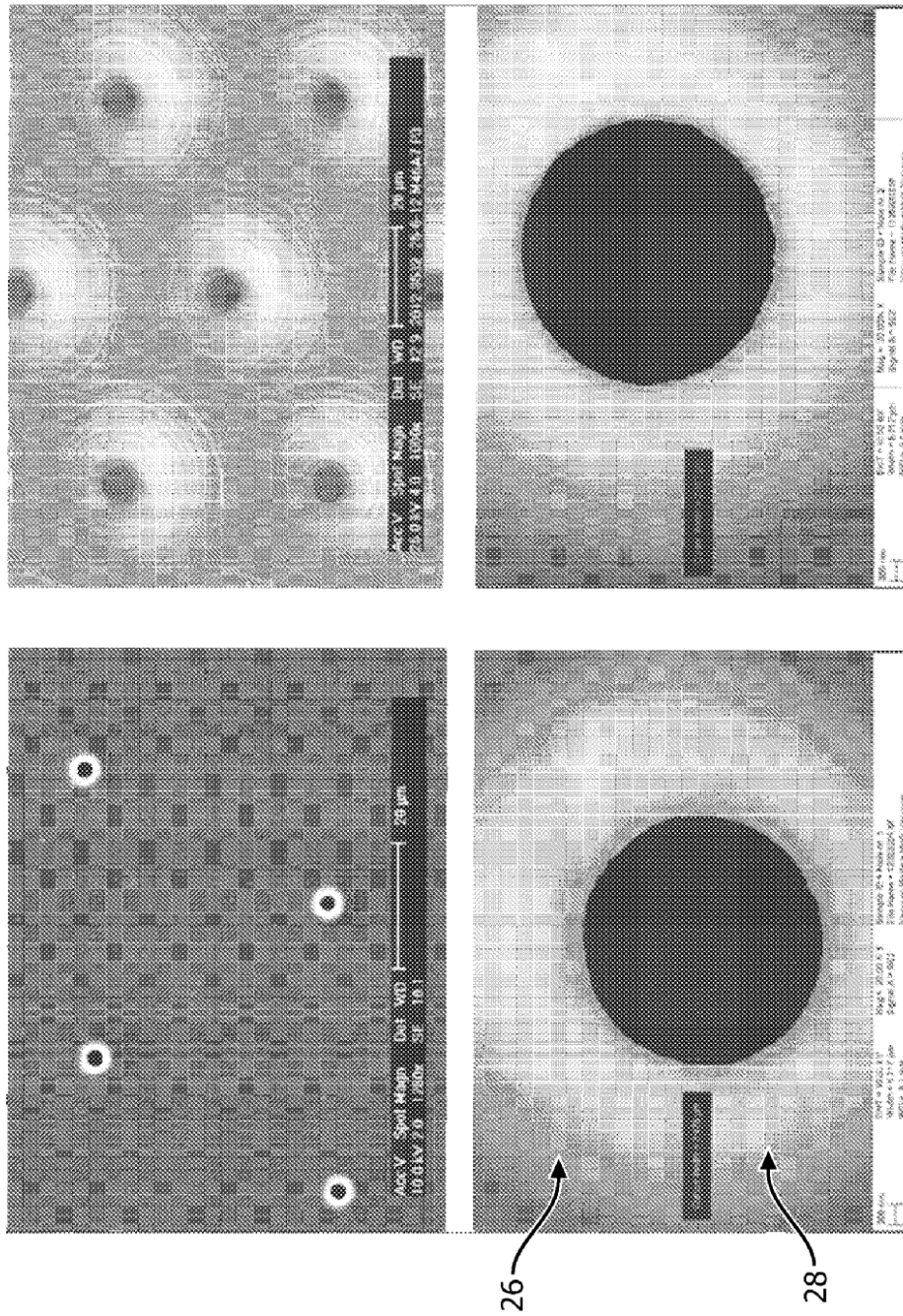


FIG. 11

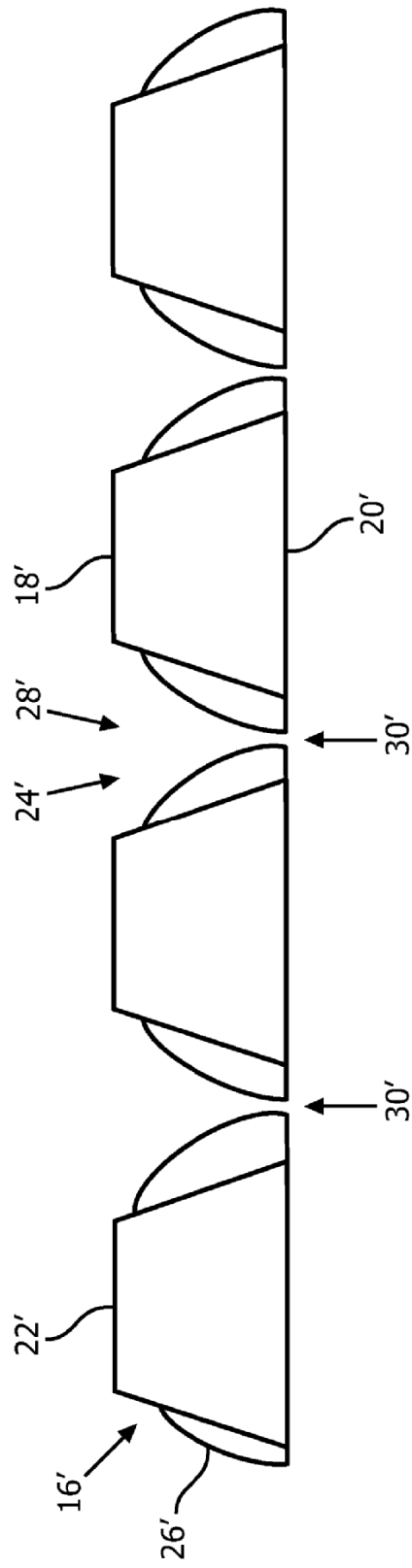


FIG. 12

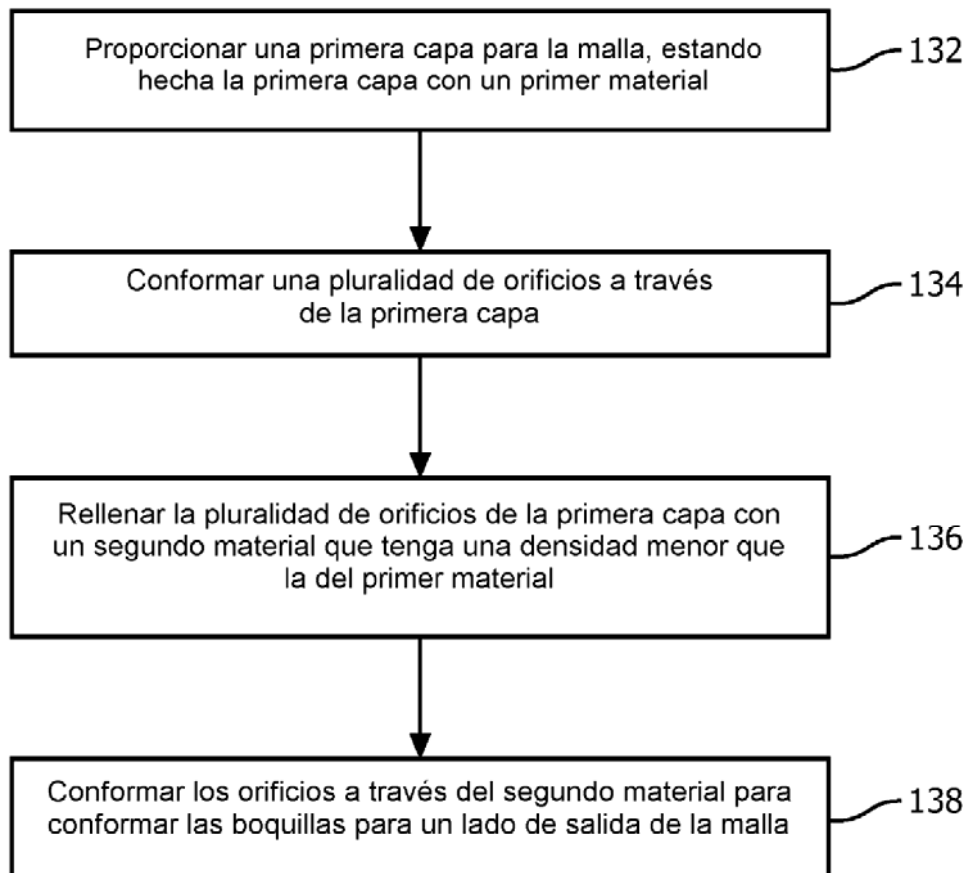


FIG. 13

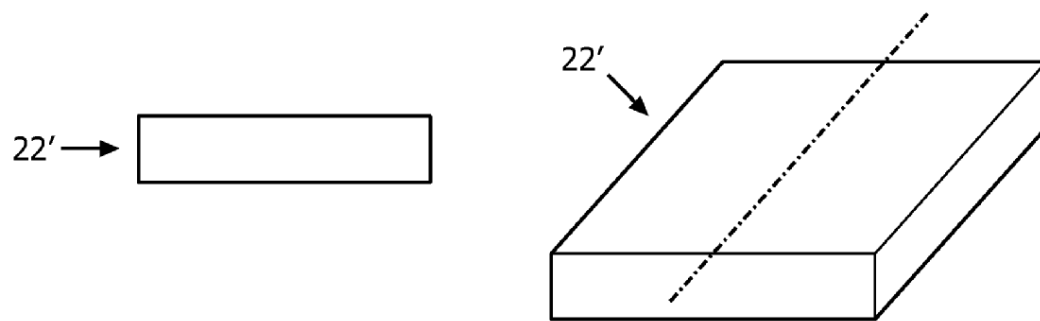


FIG. 14(a)

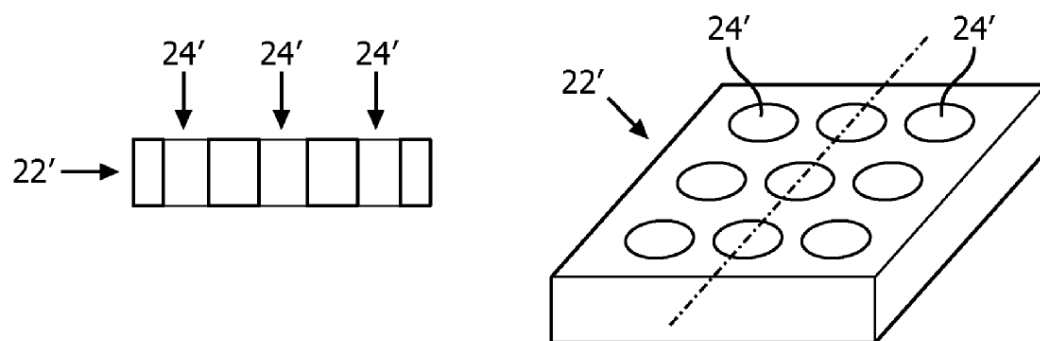


FIG. 14(b)

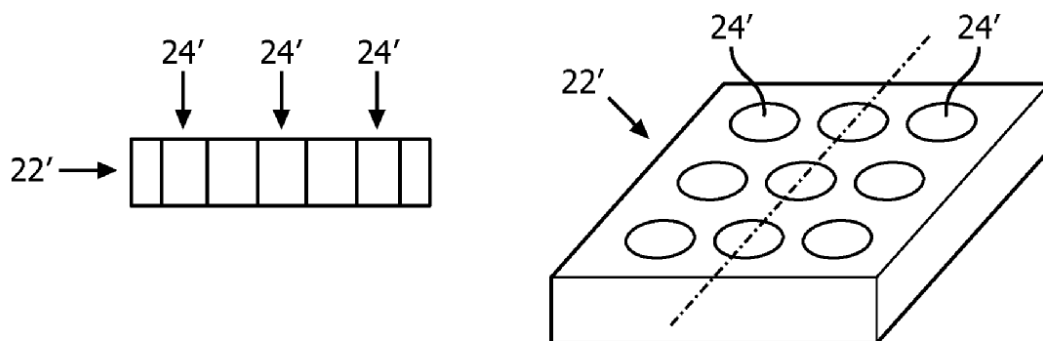


FIG. 14(c)

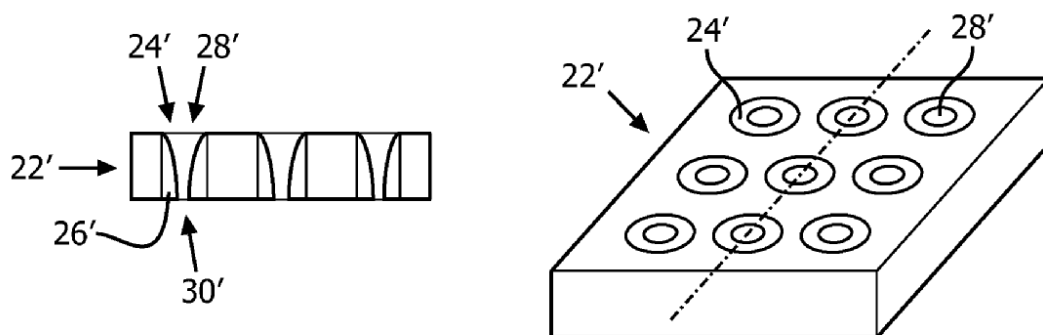


FIG. 14(d)

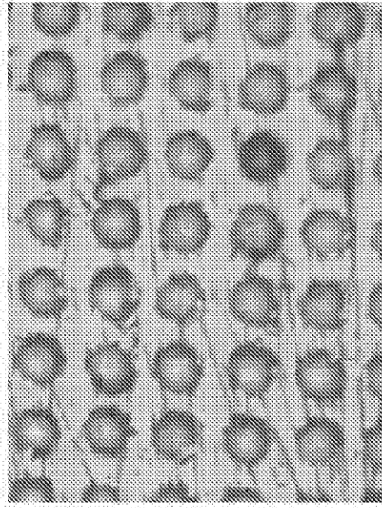


FIG. 15(b)

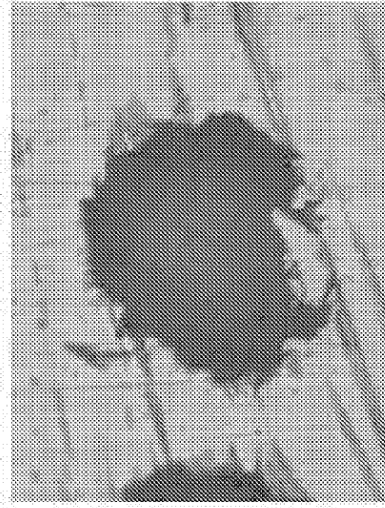


FIG. 15(d)

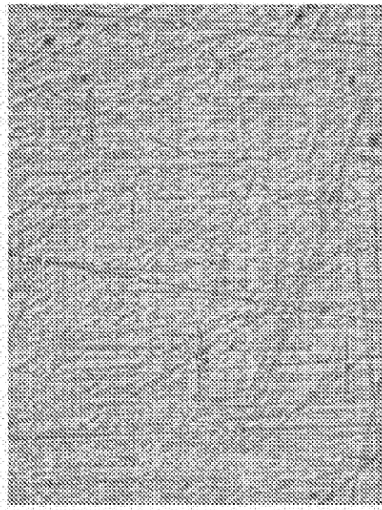


FIG. 15(a)

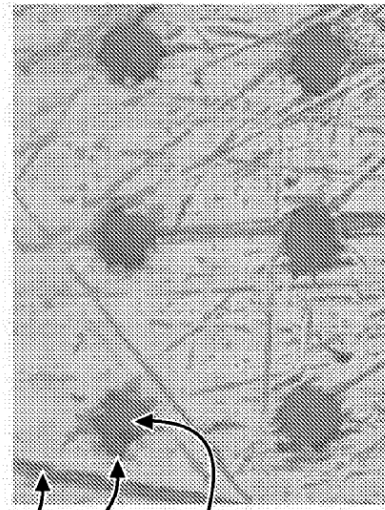


FIG. 15(c)

22'

24'

26'

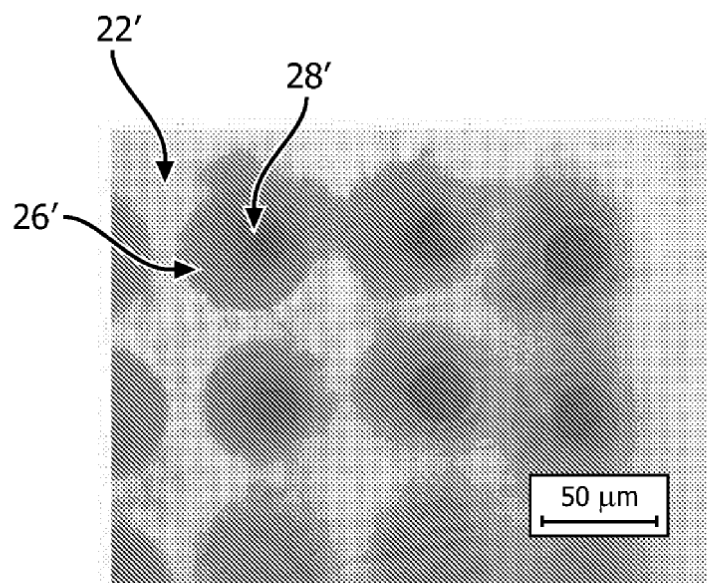


FIG. 15(e)

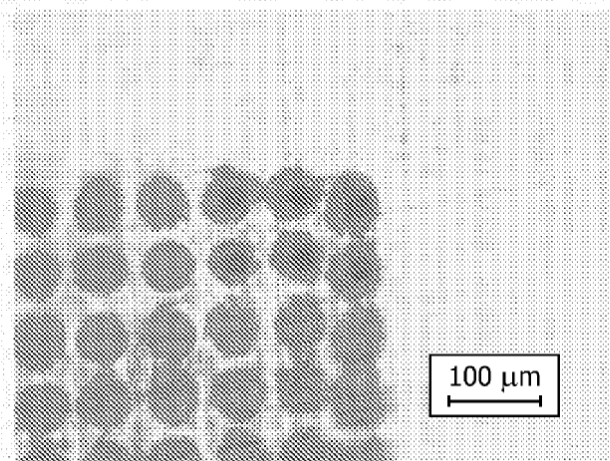


FIG. 15(f)