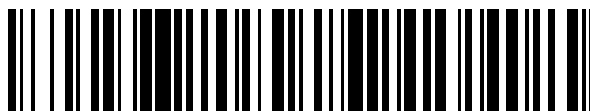


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 083**

51 Int. Cl.:

**B05B 5/053** (2006.01)

**B05B 5/025** (2006.01)

**B41J 2/06** (2006.01)

**B05B 1/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2010 E 10778705 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2015 EP 2498915**

54 Título: **Emisor de electropulverización**

30 Prioridad:

**11.11.2009 GB 0919744**

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

**01.10.2015**

73 Titular/es:

**QUEEN MARY UNIVERSITY OF LONDON (100.0%)  
Mile End Road  
London E1 4NS, GB**

72 Inventor/es:

**STARK, JOHN P. W. y  
SHEPHERD, MARK RICHARD**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 547 083 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**

Emisor de electropulverización

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a la electropulverización y, en particular, un emisor de electropulverización y a una matriz de emisores de electropulverización.

**10 Antecedentes de la invención**

La electropulverización se produce cuando la fuerza electrostática sobre la superficie de un líquido supera la tensión superficial. Bajo ciertas condiciones, se crea un cono de Taylor en el emisor de un dispositivo de electropulverización. Un chorro de líquido se puede emitir desde el vértice del cono de Taylor.

Los dispositivos de electropulverización se pueden formar a partir capilares de vidrio o de metal alimentados por un depósito. Tales dispositivos se describen en el documento WO2007/066122. Sin embargo, los dispositivos de electropulverización en base a capilares pueden ser difíciles de fabricar, manejar y limpiar o fabricarse en grandes cantidades.

Por lo tanto, se requiere un emisor de electropulverización que supere estos problemas.

El documento WO 00/52455 describe una boquilla de dispensación y sistema de electropulverización por cromatografía líquida. La boquilla se define en un sustrato mediante la formación de una superficie de inyección de un rebaje que rodea un orificio de salida a través del que se expulsa líquido.

El documento US 2003/0146757 describe un sistema para dispensar un fluido. El sistema comprende un sustrato y una pluralidad de boquillas formadas en el sustrato. Un electrodo de compuerta se sitúa adyacente a la punta de cada boquilla para regular la electropulverización.

El documento JP 2005-074635 desvela un aparato de electropulverización que incluye una boquilla de descarga de fluido. La boquilla comprende una primera y segunda capas de boquilla y una primera y segunda capas de electrodo. Las capas de electrodos se colocan en la pared de un canal dentro de la primera y segunda capas de boquilla a través de la que se expulsa líquido.

**Sumario de la invención**

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un emisor de electropulverización de acuerdo con la reivindicación 1. El emisor de electropulverización para emitir un líquido, que comprende:

una lámina que tiene una abertura de canal para una abertura en una superficie del emisor plana que se extiende a través de la lámina;

un electrodo de carga acoplable a un suministro eléctrico y dispuesto para aplicar una carga eléctrica al líquido que pasa en el canal; y

un electrodo de control proximal al canal para el control de la emisión de electropulverización. Esto proporciona un emisor de electropulverización que se puede limpiar más fácilmente y que puede ser más robusto. La lámina puede ser un sustrato que sea plano, sustancialmente plano o, como alternativa, curvo. La superficie del emisor plana puede no tener ningún rasgo o no tener salientes o boquillas. La abertura puede estar en el plano de la lámina o en el plano de la superficie del emisor. Esto mejora su capacidad de limpiarse eficazmente y reduce la acumulación de suciedad y residuos. La abertura puede estar también a nivel con la superficie o rebajada.

Opcionalmente, el electrodo de control puede estar separado de la superficie del emisor. La superficie del emisor es el lado del dispositivo desde el que se produce la electropulverización. Esta superficie puede ser propensa a la suciedad, contaminantes o humectación por el líquido. Puede ser beneficioso tener el electrodo de control sobre o cerca de la superficie del emisor para mejorar el control o el dispositivo. Sin embargo, también puede haber beneficios en la localización del electrodo de control lejos de la superficie del emisor para mantenerlo limpio o libre de contaminantes.

Opcionalmente, el electrodo de control rodea al menos parcialmente el canal. Por ejemplo, este puede tener forma de un anillo completo o parcial alrededor del canal. Sin embargo, se pueden utilizar otras formas o configuraciones.

Opcionalmente, el electrodo de control se incrusta en la lámina. La incrustación del electrodo de control en la lámina puede proteger aún más o hacer el dispositivo más fácil de fabricar utilizando técnicas de fabricación utilizadas en la industria de semiconductores. Por lo tanto, la superficie que recibe el líquido emitido puede tener un potencial flotante y no tiene que ser parte del circuito eléctrico o estar conectado a tierra. La incrustación del electrodo de control se puede lograr cubriéndolo con otra capa (por ejemplo, una capa aislante) o envolviéndolo completamente

dentro de la lámina. La incrustación incluye también asentar parcialmente el electrodo de control dentro del material de la lámina y/o colocarlo a nivel con o detrás de la apertura, abertura o salida desde la que se emite líquido desde el canal.

5 Opcionalmente, el emisor de electropulverización puede comprender además una capa aislante o no humectante o repelente de líquidos sobre la superficie del emisor de la lámina. Esta capa no humectante o repelente de líquidos puede hacer que el dispositivo sea más fácil de mantener y limpiar al repeler el líquido lejos de la abertura en la superficie del emisor. Preferentemente, la superficie no humectante o hidrófoba se extiende hasta la abertura.

10 Opcionalmente, la capa aislante o no humectante o repelente de líquidos es un material de fluoropolímero. El fluoropolímero puede ser, por ejemplo, Teflón de DuPont, tetrafluoroetileno de etileno (ETFE) o etileno-propileno fluorado (FEP). Otros materiales adecuados se pueden utilizar y se pueden elegir en función del líquido que se va a electropulverizar. Estas capas no humectantes alternativas pueden incluir, pero no se limitan a materiales hidrófobos.

15 Opcionalmente, el emisor de electropulverización puede comprender además un electrodo de protección fijado a la superficie del emisor. El electrodo de protección puede impedir la diafonía con emisores de electropulverización cercanos formados en el mismo dispositivo. El electrodo de protección puede estar provisto de una tensión adecuada de la red eléctrica o estar conectado a tierra.

20 Opcionalmente, el electrodo de protección puede rodear o circundar el canal. El electrodo de protección puede también rodear o circundar la abertura.

25 Opcionalmente, la capa no humectante es entre el electrodo de protección y la lámina y además donde la capa no humectante está expuesta alrededor de la abertura. En efecto puede haber una abertura en el electrodo de protección, que se puede formar como una capa plana o, de otro modo, completamente planar. Esta abertura en el electrodo de protección puede ser ligeramente mayor que la abertura en el canal de modo que la capa no humectante entre la lámina y el electrodo de protección se expone. Esta configuración conserva el beneficio de la capa no humectante alrededor de la abertura y el del electrodo de protección.

30 Opcionalmente, el electrodo de control se separa del canal. El electrodo de control se puede formar a tope con el canal o separado del mismo para evitar una mayor carga adicional directamente del líquido que fluye a través del canal.

35 Opcionalmente, el canal se puede estrechar hacia la abertura en la superficie del emisor. En otras palabras, la entrada de líquido del canal puede ser mayor que la abertura en la superficie del emisor. Preferentemente, el diámetro puede cambiar suavemente a lo largo del canal.

40 Opcionalmente, el emisor de electropulverización puede comprender además dos o más canales, cada uno teniendo un electrodo de control correspondiente. Puede haber muchos más emisores de electropulverización en el dispositivo o formados en la lámina. Cada emisor de electropulverización se puede configurar para emitir los mismos o diferentes líquidos.

A modo de ejemplo, se proporciona un emisor de electropulverización para emitir un líquido que comprende:

45 una lámina que tiene una abertura de canal para una abertura en una superficie del emisor plana que se extiende a través de la lámina; y  
una capa no humectante o repelente de líquidos aplicada a la superficie del emisor de la lámina. La capa no humectante puede reducir la acumulación de líquido alrededor de la abertura y puede ayudar así a mantener el  
50 dispositivo libre. La lámina puede ser plana y puede comprender una pluralidad de canales.

Como un segundo ejemplo, se proporciona un emisor de electropulverización para emitir un líquido que comprende:

55 una lámina que tiene una abertura de canal para una abertura en una superficie del emisor plana que se extiende a través de la lámina;  
un electrodo de carga acoplable a un suministro eléctrico y dispuesto para aplicar una carga eléctrica al líquido que pasa en el uno o más canales; y  
un electrodo de protección aplicado a la superficie del emisor. El electrodo de protección reduce la diafonía con los emisores de electropulverización cercanos. El electrodo de protección se puede mantener (o variarse con una  
60 forma de onda de tensión variable en el tiempo apropiadamente definida para reducir la diafonía del canal) en una tensión adecuada o conectado a tierra. La lámina puede ser plana y puede comprender una pluralidad de canales.

Opcionalmente, el electrodo de protección puede rodear o circundar el canal o cada canal para una amplia gama de  
65 emisores de electropulverización.

Opcionalmente, el electrodo de protección se separa de la abertura en la superficie del emisor de la lámina.

5 Opcionalmente, tanto el electrodo de control como el electrodo de protección puede estar incrustados en la lámina, el electrodo de protección se separa del electrodo de control por una capa o área no conductora y toda la superficie de la lámina se cubre por una capa no-humectante o película de fluoropolímero (a excepción de las aberturas).

Como un tercer ejemplo, se proporciona un emisor de electropulverización para emitir un líquido que comprende:

10 una lámina que tiene una abertura de canal para una abertura en una superficie del emisor plana que se extiende a través de la lámina, teniendo el canal una entrada de suministro de líquido; y  
un electrodo de carga fuera del canal y acoplable a un suministro eléctrico y dispuesto para aplicar una carga eléctrica al líquido que pasa en el canal,  
15 donde la abertura es más estrecha que la entrada de suministro de líquido del canal. Preferentemente, el diámetro del canal puede cambiar suavemente a lo largo del canal. La lámina puede ser plana y puede comprender una pluralidad de canales.

Opcionalmente, el canal se puede estrechar.

20 Como cuarto ejemplo, se proporciona una matriz de los emisores de electropulverización formados a partir de cualquiera de los emisores de electropulverización descritos anteriormente. Será evidente que las características opcionales o preferidas de cada aspecto de la invención se pueden utilizar fácilmente con cualquier otro aspecto o realización.

25 Como quinto ejemplo, se proporciona un método de fabricación de un emisor de electropulverización que comprende las etapas de: proporcionar una lámina; formar canales a través de la lámina para formar una abertura de canal para una abertura en una superficie plana que se extiende a través de la lámina; proporcionar una ranura en la lámina proximal al canal; cargar parcialmente la ranura con un conductor para formar un electrodo; y sellar el electrodo dentro de la ranura. Por lo tanto el electrodo puede estar incrustado dentro del dispositivo. Esto reduce la avería eléctrica. La ranura puede rodear parcial o completamente el canal. El canal puede ser cilíndrico o cónico o una  
30 mezcla de ambos. Un colector se puede proporcionar como una ruta de suministro de líquido para el canal.

Opcionalmente, la ranura y/o canal en la lámina se pueden proporcionar por cualquiera de grabación en relieve, fundición o moldeo por inyección. Esto proporciona un método simplificado de construcción. Además, el canal y la ranura pueden hacerse durante la misma etapa de fabricación.

35 Preferentemente, la lámina se puede formar de un material no humectante.

Opcionalmente, la lámina se puede formar a partir de un laminado de una capa de material no humectante y una capa de sustrato. El material no humectante puede ser un material de fluoropolímero (por ejemplo, FEP o similar). La  
40 capa de sustrato puede ser un material plástico, por ejemplo, Kapton. El canal se puede formar en forma cónica a través de la capa de sustrato, pero puede ser cilíndrico a través de la capa no humectante.

Opcionalmente, la ranura se puede proporcionar en la capa de material no humectante. La ranura puede detenerse en o antes de la interfaz entre la capa de material no humectante y el sustrato.

45 Opcionalmente, la ranura se puede proporcionar en la lámina en un lado opuesto a la abertura. En otras palabras, la ranura se puede formar en el lado de la lámina opuesto al lado de emisión de electropulverización e incrustarse así dentro del dispositivo alejado de cualquier superficie expuesta durante su uso.

50 Como sexto ejemplo se proporciona método de fabricación de un emisor de electropulverización que comprende las etapas de: perforar uno o más orificios a través de un sustrato; revestir el sustrato con una capa de resina fotorresistente de polímero cargando el uno o más orificios; producir uno o más canales a través de la capa fotorresistente en la perforación o perforaciones utilizando fotolitografía; y formar un colector dispuesto para suministrar el canal o canales con líquido.

55 Como un séptimo ejemplo se proporciona un método de fabricación de un emisor de electropulverización que comprende las etapas de: aplicar un patrón (circuito u otros elementos) a un sustrato mediante fotolitografía; revestir el sustrato con una capa de polímero (por ejemplo, una fotorresistente); someter a ablación uno o más canales a través del sustrato y la capa de polímero utilizando el patrón aplicado como una máscara; y formar un colector dispuesto para suministrar el canal o canales con líquido.

60 Los métodos se pueden utilizar para producir matrices únicas, múltiples de emisores de electropulverización.

Opcionalmente, los métodos de fabricación pueden comprender además la etapa de aplicar una capa no humectante alrededor de una abertura del canal o canales. Una capa metálica se puede aplicar también al canal o canales para actuar como un electrodo.

De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona un emisor de electropulverización o una matriz de emisores de electropulverización producidos por cualquiera de los métodos de fabricación descritos anteriormente.

5 Los métodos de fabricación se pueden utilizar para producir cualquiera de los emisores de electropulverización descritos anteriormente.

Cabe señalar que cualquier característica descrita anteriormente se puede utilizar con cualquier aspecto particular o realización de la invención.

10

### Breve descripción de las figuras

La presente invención se puede implementar en un número de maneras y las realizaciones se describirán a continuación a modo de ejemplo solamente y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

15

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático en sección transversal de un emisor de electropulverización de acuerdo con una realización ejemplar, proporcionada solamente a modo de ejemplo;

La Figura 1a muestra un diagrama esquemático en sección transversal de un emisor de electropulverización de acuerdo con otra realización;

20

La Figura 2 muestra un diagrama esquemático en sección transversal de una realización ejemplar adicional;

La Figura 3 muestra una vista en planta de una matriz de emisores de electropulverización;

La Figura 4 muestra un diagrama esquemático en sección transversal de una realización ejemplar adicional;

La Figura 5 muestra una vista en planta de una matriz del emisor de electropulverización de la Figura 4;

25

La Figura 6 muestra una vista en planta de una matriz de emisores de electropulverización que incluye la disposición de electrodos;

La Figura 7 muestra una vista ampliada de una porción de la vista en planta de los emisores de electropulverización que se muestran en la Figura 6;

La Figura 8 muestra un diagrama esquemático en sección transversal de una realización ejemplar adicional;

30

La Figura 9 muestra un diagrama esquemático en sección transversal de una realización ejemplar adicional;

La Figura 10 muestra un diagrama esquemático en sección transversal de una realización ejemplar adicional;

La Figura 11(a-e) muestra una serie de diagramas esquemáticos en sección transversal que ilustran un método de fabricación de un emisor de electropulverización;

La Figura 12 muestra un diagrama esquemático en sección transversal de un emisor de electropulverización formado a partir del método de fabricación mostrado en la Figura 11(a-e);

35

La Figura 13(a-e) muestra una serie de diagramas esquemáticos en sección transversal que ilustran un método alternativo de fabricación de un emisor de electropulverización; y

La Figura 14 muestra un diagrama esquemático en sección transversal de un emisor de electropulverización formado a partir del método de fabricación mostrado en la Figura 13(a-e).

40

Cabe señalar que las figuras se ilustran por simplificación y no están necesariamente dibujadas a escala.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

45

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático en sección transversal de un emisor de electropulverización 10. Un único emisor de electropulverización 10 se muestra aunque puede haber muchos emisores de electropulverización formados en un único dispositivo. Un conducto de líquido 85 suministra el líquido a emitirse en un canal 65, como se muestra por las flechas C. El conducto de líquido 85 puede suministrar un único emisor de electropulverización 10, como se muestra en la Figura 1 o el conducto de líquido 85 puede suministrar muchos emisores de electropulverización separados 10 en comunicación con un único conducto de líquido 85. Por otra parte, diversos conductos de líquido separados 85 se pueden disponer para suministrar diferentes tipos de líquidos en uno o más emisores de electropulverización 10 en un solo dispositivo.

50

Una carga eléctrica se puede aplicar al líquido mediante electrodos de carga 80. Estos electrodos de carga 80 se pueden extenderse en el conducto de líquido 85 o colocarse en otro lugar adecuado y pueden tener diversas formas tales como cónica, por ejemplo. Los electrodos de carga 80 pueden estar en una o en cualquiera de las caras del material de formación de canales 85 y 65, a través de los fluye el fluido. En particular, los electrodos de carga 80 señalados se pueden utilizar para aplicar carga eléctrica al líquido, que puede ser conductora o no conductora, según se requiera.

55

60

El canal 65 se forma en una lámina o sustrato 40 que se puede formar de un material adecuado, tal como por ejemplo, silicio o material plástico (por ejemplo Kapton). Una capa no humectante o aislante 30 se puede aplicar a la lámina 40. La capa no humectante 30 puede ser un material hidrófobo tal como FEP o de otro tipo de poliimida o de otro material resistente a la humectación por el líquido. La capa no humectante 30 se puede elegir para repeler hasta cierto punto cualquier líquido particular que se va a electropulverizar incluyendo agua y líquidos no basados en agua.

65

Por lo tanto, el término humectante no se limita al agua. La capa no humectante 30 evita que la abertura 55 en el canal 65 se bloquee con el líquido o precipitado formado cuando el líquido se evapora o se seca en la superficie de

electropulverización 75. Como se muestra en la Figura 1, la capa no humectante 30 rodea la abertura 55 desde la que el líquido se puede emitir desde el vértice 70 de un cono Taylor 60. La capa 30 puede ser una capa aislante en lugar de o además de ser una capa no humectante.

5 La capa no humectante 30 se puede formar como una monocapa o más gruesa y puede ser un revestimiento hidrófobo tal como perfluorooctiltrietoxisilano (PFOTES), para proporcionar una limpieza fácil y un menisco del líquido emitido de manera que no se humecta. Preferentemente, esta capa puede tener entre aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  y 20  $\mu\text{m}$  de espesor. Por ejemplo, la capa se puede formar de 12  $\mu\text{m}$  de espesor. Como ejemplo adicional, la capa no humectante 30 se puede formar a partir de un material fotorresistente tal como PTFE o materiales similares.

10 El sustrato 40 se puede formar para proporcionar una rigidez suficiente para el dispositivo. Por ejemplo, el sustrato puede unas pocas décimas de  $\mu\text{m}$  de espesor, tales como 90 $\mu\text{m}$ , preferentemente de 40-50  $\mu\text{m}$  o más preferentemente 25  $\mu\text{m}$  de espesor. El sustrato 40 se puede formar a partir Kapton (por DuPont), por ejemplo.

15 Una capa de electrodos de protección 20 se puede colocar en la parte superior de la capa no humectante 30 para evitar la diafonía eléctrica con otros canales emisores que pueden estar presentes en un emisor de multi-electropulverización, tales como los que se pueden formar como una matriz o emisores de electropulverización 10. La capa no humectante 30 puede estar expuesta alrededor de la abertura 55, formando un anillo hidrófobo o repelente de líquidos 90 alrededor de la abertura 55. La capa de electrodos de protección 20 puede estar ausente en algunas realizaciones. Cuando está presente, la capa de electrodos de protección 20 puede tener un espesor bajo de 5  $\mu\text{m}$  y preferentemente de 2-3  $\mu\text{m}$ .

25 El líquido se puede emitir desde la abertura 55 del canal 65 en una superficie del emisor 75. Para un dispositivo emisor de multi-electropulverización, muchas aberturas 55 pueden emitir líquido desde la superficie del emisor 75 de forma simultánea o de acuerdo con un patrón requerido particular.

30 Un electrodo de control 50 puede estar incrustado dentro de la lámina 40 y formado alrededor del canal 65. El electrodo de control 50 puede separarse del canal 65 a una distancia indicada por la flecha B. Además, el electrodo de control 50 puede ser encerrado dentro del emisor de electropulverización y separado de la superficie del emisor 75 a una distancia indicada por la flecha A'.

35 En la realización mostrada en la Figura 1, el electrodo de control 50 está en contacto con la capa no humectante y también cubierta por la misma. Como alternativa, el electrodo de control 50 puede estar incrustado dentro de otras capas de la emisor de electropulverización 10 o capas que forman la lámina 40. Tener el electrodo de control 50 separado de la superficie del emisor 75 facilita la limpieza y el mantenimiento del dispositivo y proporciona una superficie del emisor expuesta 75 libre de electrodos de alta tensión. Sin embargo, el electrodo de control 50 puede estar expuesto en la superficie del emisor 75 en las realizaciones alternativas.

40 El electrodo de control 50 puede controlar la electropulverización de la siguiente manera. Una tensión se puede aplicar a los electrodos de carga 80 por encima de una tensión que permitiría que se produzca la electropulverización. Sin embargo, la aplicación de una tensión de la misma señal al electrodo de control 50 podría entonces evitar que se produzca la electropulverización. Por ejemplo, una tensión de 1800 V se puede aplicar a los electrodos de carga 80 y una tensión de 300 V se puede aplicar para controlar electrodo 50. En estas condiciones y con un emisor y líquido particularmente configurado, la electropulverización no se produce dado que la proximidad del electrodo de control energizado 50 a la abertura 55 evita la emisión. La reducción de la tensión en el electrodo de control 50 a 0 V, por ejemplo, (o la aplicación de una tensión negativa) puede entonces permitir que comience la electropulverización. Estas son tensiones ejemplares para una configuración particular y se pueden utilizar disposiciones diferentes. Adicionalmente, varias formas de onda se pueden aplicar a los electrodos de carga 80 y/o al electrodo de control 50 para proporcionar diferentes patrones de electropulverización. Los diferentes líquidos con distintas propiedades diferentes (por ejemplo, viscosidad) pueden requerir diferentes tensiones.

50 Un tensión constante tal como, por ejemplo, 300 V se puede aplicar al electrodo de protección 20 (preferentemente un conductor). Esto mejora el aislamiento eléctrico del emisor de electropulverización con respecto a cualquiera de los emisores de electropulverización cercanos que pueden estar formadas en la misma lámina 40. Una vez más, la tensión aplicada al electrodo de protección puede variarse para cambiar los elementos del dispositivo.

60 Las realizaciones alternativas pueden incluir cambiar la relación de la distancia A' a B. La alteración de esta relación puede evitar la interacción con cualquier superficie que está recibiendo el líquido electropulverizado. Tales superficies de recepción se pueden colocar a diferentes distancias desde la abertura 55, tal como por ejemplo 1-2 mm. Para dispositivos en base a silicio, los electrodos se pueden formar a partir de silicio amorfo o de un procedimiento de dopaje. Regiones aislantes entre electrodos se pueden formar a partir de óxido de silicio. Técnicas de formación de patrones y grabado conocidas se pueden utilizar para fabricar el emisor de electropulverización 10 o las matrices de emisores.

65 La Figura 1a muestra una realización alternativa sin la capa de electrodos de protección 20. En esta realización, la capa no humectante o aislante 30 está totalmente expuesta. Como una alternativa adicional, la capa no humectante

o aislante 30 pueden estar ausentes. En este caso el electrodo de control 50 puede estar expuesto, parcialmente expuesto o incrustado dentro de la lámina 40.

5 La Figura 2 muestra un emisor de electropulverización alternativo 100. Las características similares se han proporcionado con los mismos números de referencia que los de la Figura 1 y no se describirán de nuevo. Esta realización es similar a la mostrada en la Figura 1 excepto que el canal 65' a través de la lámina 40 y la capa no humectante 30 se estrechan hacia la abertura 55 en la superficie del emisor 75. Por lo tanto, el canal 65' puede ser troncocónico, por ejemplo.

10 Esta conicidad o estrechamiento de la abertura 55 proporciona una mejor emisión de electropulverización a alta frecuencia (facilitada por una abertura más pequeña 55), mientras reduce la impedancia hidráulica para el flujo de líquido a través del canal 65' debido a una abertura más amplia o entrada de suministro de líquido del canal 65' desde el conducto de líquido 85. Aunque se muestra un canal ahusado 65' en la Figura 2, otras estructuras del canal 65' con un menor diámetro D de abertura 55 que el diámetro de entrada de suministro de líquido E pueden también tener beneficios. Como se muestra en la Figura 2, el líquido que pasa en el canal 65 puede estar ya cargado mediante el electrodo o electrodos de carga 80, que están fuera del canal. Sin embargo, el electrodo o electrodos de carga de líquido 80 puede, como alternativa, colocarse dentro del canal 65'.

20 La Figura 3 muestra una vista en planta de una matriz de emisores de electropulverización mostrados en la Figura 1 o Figura 2, según se observa desde la superficie del emisor 75. El electrodo de protección 20 se extiende a través de la superficie del emisor 75 en este ejemplo. Sin embargo, la superficie 30 no humectante puede estar expuesta alrededor de cada abertura 55 y, de otro modo, cubrirse por el electrodo de protección 20. Las aberturas 55 a través de la lámina 40 se forman en filas que pueden estar escalonadas para mejorar la resolución de las gotitas de líquido en una superficie de recepción. Sin embargo, se pueden utilizar otras configuraciones de matriz. Las conexiones eléctricas no se muestran en esta figura.

30 La Figura 4 muestra un diagrama esquemático en sección transversal de un ejemplo adicional del emisor de electropulverización 200. Esta figura está dibujada a escala. El canal 65' en este ejemplo, es troncocónico o cónico. Sin embargo, el electrodo de control 50 está a nivel con la superficie del emisor 75 y abierto al medio ambiente y se forma hasta el borde de la abertura 55. Además, el electrodo de control está a nivel con la capa no humectante 30. El conducto de líquido no se muestra en esta figura. Sin embargo, el líquido se puede introducir en el canal 65' desde la entrada de suministro de líquido. El espesor de la capa no humectante 30 (en este ejemplo, FEP) es de 12,5 µm y dimensiones adecuadas de las otras características se pueden derivar de este dibujo a escala que muestra este dispositivo ejemplar particular. La Figura 4 se puede utilizar con fluidos no conductores y tienen canales cónicos o no cónicos.

40 La Figura 5 muestra una vista en planta de un conjunto de emisores de electropulverización 10. Las aberturas 55 se muestran en filas y columnas, una de las que está indicada por la línea A-A. Las filas de emisores de electropulverización 10 son escalonadas para permitir la colocación de conexiones eléctricas entre emisores de electropulverización individuales 10.

45 La Figura 6 muestra la estructura de las conexiones eléctricas en la superficie de una matriz de emisores de electropulverización 10, o incrustada dentro de un dispositivo de este tipo. Cada conexión eléctrica permite que los emisores de electropulverización individuales 10 se controlen por separado o de forma independiente. Una pequeña porción del dispositivo se destaca como el área 300.

La Figura 7 muestra una vista ampliada de la zona 300 de la Figura 6 y contiene doce emisores de electropulverización individuales 10, teniendo cada uno una abertura 55.

50 Las conexiones eléctricas 320 que se muestran en la Figura 7 se conectan a cada electrodo de control 50. Estas conexiones eléctricas 320 se disponen como un patrón de trama entre los emisores de electropulverización 10. Las conexiones eléctricas 320 y los electrodos de control 50 se pueden situar en la superficie del emisor 75 o incrustarse dentro del dispositivo.

55 Las Figuras 8-10 muestran diagramas esquemáticos de emisores de electropulverización ejemplares que se pueden fabricar utilizando técnicas de estampación, fundición y/o de moldeado por inyección. La Figura 8 muestra un diagrama en sección transversal esquemática de parte de un emisor de electropulverización ejemplar adicional 400. En este ejemplo, la capa no humectante se forma a partir de dos capas de FEP 30, 130 laminadas sobre un sustrato Kapton 140. Como alternativa, una sola capa de FEP o de otro material no humectante se puede utilizar.

60 Una vez que se forma la estructura laminada, la abertura 55 puede estar en relieve a través de la capa o capas no humectantes 30, 130. Una ranura 170 se puede formar a través de la capa no humectante superior 30 o en el caso de una sola capa no humectante, parcialmente a través de esta capa. En la vista en sección transversal de la Figura 8, esta ranura 170 está en la forma de un anillo. La ranura se puede extender para comunicarse con otros emisores en una matriz. Una capa de metal 50' en la parte inferior de la ranura 170 se puede introducir (por ejemplo por evaporación) para formar el electrodo de control. La capa de metal 50' en la ranura 170 se puede incrustar cargando

la porción restante de la ranura 170 con una carga adecuada tal como un material fotorresistente (por ejemplo, SU8). Un canal 165 se puede producir para comunicarse con la abertura 55 por la ablación con láser desde el lado subyacente (desde la parte inferior, como se muestra en la Figura 8). La ablación por láser se puede utilizar para formar un canal cónico 165.

5 La Figura 9 muestra un diagrama en sección transversal esquemático de parte de un emisor de electropulverización ejemplar adicional 420. Este ejemplo tiene una estructura similar a la descrita con referencia a la Figura 8. Sin embargo, tanto la abertura 55 como la ranura 170 en este ejemplo, se forman por estampación a través de la capa no humectante 30 (por ejemplo, FEP) en la superficie del sustrato 140 (por ejemplo, Kapton), es decir en la interfaz  
10 entre estas dos capas. Por lo tanto, este ejemplo depende más de la integridad de la interfaz (por ejemplo, FEP/Kapton) para evitar la avería eléctrica, pero es más fácil de fabricar.

15 La Figura 10 muestra un diagrama en sección transversal esquemática de parte de un emisor de electropulverización ejemplar adicional 430. En este ejemplo, el sustrato y la capa no humectante se combinan como una sola materia lámina de FEP 440. La ranura 170' se forma en su lugar (por ejemplo, mediante estampación) desde el lado subyacente, es decir, opuesto a la superficie de electropulverización (parte inferior, como se muestra en la Figura 10). Además, la abertura y el canal 265 se forman en una sola etapa de estampación que puede combinarse con la etapa de estampación para formar la ranura 170'. El canal/abertura 170' se muestra como cónico en esta figura, pero puede tener como alternativa lados rectos. Como alternativa, la ranura 170 se puede formar  
20 sobre el mismo lado que la superficie de electropulverización. En cualquier caso, una capa de metal 50' en la parte inferior de la ranura 170 se puede introducir (por ejemplo, por evaporación) para formar el electrodo de control. La capa de metal 50' en la ranura 170 se puede incrustar cargando la porción restante de la ranura 170 con una carga adecuada tal como un material fotorresistente (por ejemplo SU8).

25 En los ejemplos mostrados en las Figuras 8-10, un conducto de líquido 85 se puede formar entre las partes de electropulverización que se muestran en estas figuras y un colector (no mostrado en estas figuras). Este conducto de líquido 85 puede comunicarse con el canal 165, 265 para suministrar líquido al emisor de electropulverización 400, 420, 430. Este colector puede tomar la forma de una placa o cubierta separada del sustrato 140 que forma el conducto de líquido 85.

30 Ventajas de los ejemplos mostrados en las Figuras 8-10 en los ejemplos anteriores, es decir, dispositivos de construcción laminares incluyen:

35 El electrodo de control 50' se puede incrustar dentro del dispositivo, por lo que es más resistente a la avería eléctrica. Esto permite que los electrodos de control 50' se coloquen más cerca de la abertura 55, lo que reduce la tensión necesaria para producir un campo eléctrico suficiente. Esto simplifica también la electrónica de accionamiento necesaria. Los ejemplos laminares pueden ser más susceptibles a la avería en las interfaces entre las capas. En los ejemplos incrustados no hay interfaces de conexión del electrodo al fluido.

40 La fabricación de los ejemplos mostrados en las Figuras 8-10 se puede simplificarse aún más. Estos dispositivos se pueden fabricar de un material fluoroplástico no humectante (por ejemplo, FEP o similar). Los ejemplos laminares pueden incorporar una capa de FEP y una capa de Kapton (u otro material de sustrato) - estos dos tipos de materiales pueden requerir diferentes procesos para producir la abertura 55 y el canal 65. Por ejemplo, el corte por láser del FEP puede ser difícil. Sin embargo, el corte por láser del Kapton puede ser sencillo.

45 Hacer el dispositivo mediante una técnica de estampación, fundición o de moldeo por inyección proporciona varias ventajas adicionales:

50 Pistas electrónicas (especialmente utilizados en las matrices de emisores de electropulverización) se pueden formar como ranuras 170 - estas pueden ser metalizadas (por ejemplo, por evaporación) y cargarse con otro material de avería alta (tal como resistencia SU8). Cualquier metal en la superficie superior puede entonces ser grabarse para dejar el patrón deseado. Esto reduce la necesidad de formar patrones en los electrodos por fotolitografía, lo que puede ser un proceso más costoso y complicado.

55 La abertura 55 puede estar definida por un molde y mejorar, por tanto, la definición de la forma de la abertura 55. Estas ventajas pueden simplificar la producción y aumentar la calidad y el rendimiento.

60 La Figura 11 muestra un diagrama esquemático de las etapas (a-e) de un método de fabricación de una matriz de emisores de electropulverización. En la etapa a, un circuito 510 se modela sobre un sustrato 500 (por ejemplo Kapton) mediante fotolitografía. Los orificios o perforaciones 520 se perforan a través del sustrato 500 mediante un taladro láser (u otro taladro) en la etapa b. Una fotorresistencia (como SU8) 530 se aplica al sustrato 500 y carga o carga parcialmente los orificios perforados por el láser 520 (etapa c). Las boquillas o canales 565 se graban a través de la fotorresistencia 530 utilizando técnicas litográficas (etapa d). Esto proporciona una tolerancia más fina para la perforación que la perforación por láser en la etapa b.

65 Una capa no humectante opcional 570 se puede aplicar alrededor de las aberturas o aperturas en los canales 565



(etapa e). Para el líquido o tinta no conductora, un revestimiento de metal se puede aplicar a la superficie interior del canal 565.

5 La Figura 12 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo ensamblado resultante completo con el colector de líquido 585. Las conexiones eléctricas no se muestran en esta figura.

10 La Figura 13 muestra un diagrama esquemático de las etapas (a-d) de un método adicional de fabricación de una matriz de emisores de electropulverización. En la etapa a, un circuito 510 se modela de nuevo sobre un sustrato 500 (por ejemplo Kapton) mediante fotolitografía. Un circuito, elementos o máscara 600 adicionales se pueden modelar en el lado opuesto del sustrato 500 durante este proceso. Una fotorresistencia (tal como SU8) u otra capa de polímero 530' se aplica al sustrato 500 sin orificios o perforaciones siendo perforados. Las boquillas o canales 565 se someten a ablación (por ejemplo, mediante la ablación por láser) a través de la capa 530' y el sustrato 500 utilizando el circuito o elementos 600 como una máscara. Esta ablación define el tamaño y la posición de los canales 565.

15 Una capa no humectante opcional 570 se puede aplicar alrededor de las aberturas o aperturas en los canales 565 (antes o después de la etapa de ablación) en la etapa d.

20 La Figura 14 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo ensamblado resultante completo con el colector de líquido 585. Las conexiones eléctricas no se muestran en esta figura.

Los circuitos 510 de ambos métodos pueden ser una capa de electrodos interna del dispositivo.

25 Muchas combinaciones, modificaciones o alteraciones de los elementos de las realizaciones anteriores serán fácilmente evidentes para el experto y pretenden formar parte de la invención.

Como se apreciará por la persona experta, los detalles de la realización anterior se pueden variar sin apartarse del alcance de la presente invención, como se define por las reivindicaciones adjuntas.

30 Por ejemplo, los espesores y dimensiones relativas de las capas se pueden alterar. La lámina puede ser un sustrato semiconductor tal como silicio. Los canales de cualquier realización pueden ser cónicos o no cónicos.

35 La superficie del emisor no tiene que ser plana y puede en cambio suavizarse o no presentar rasgos o carecer de protuberancias. La superficie del emisor no necesita extenderse sobre toda la lámina, pero puede extenderse al menos parcialmente sobre la lámina o una porción de la lámina. La lámina puede, pero no necesita ser plana.

40 La capa de la estructura de soporte de electrodos puede contener electrodos de control incrustados 50. Esta estructura de soporte de electrodos puede formar la totalidad o parte del sustrato 40 y puede tener unas pocas décimas de  $\mu\text{m}$  de espesor. Un requisito de diseño que afecta a esta dimensión puede ser la rigidez requerida de la capa de estabilidad mecánica. Un electrodo de protección 20 puede añadir aún más la estabilidad mecánica. En un ejemplo, dos componentes pueden formar la estructura de soporte de electrodos: una capa de Kapton de 30  $\mu\text{m}$  de espesor, que no tiene electrodos incrustados y una estructura de capas de PCB separadas que tiene un espesor de  $\sim 90 \mu\text{m}$ . El espesor de los electrodos incrustados 50 pueden tener pocos  $\mu\text{m}$ , por ejemplo  $\sim 5 \mu\text{m}$  y en un ejemplo, el espesor es de 38  $\mu\text{m}$ .

45 La abertura puede tener una dimensión en el intervalo de decimas de  $\mu\text{m}$ . Preferentemente, puede estar en el intervalo de 30  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$  de diámetro, pero también puede ser tan grande como 100  $\mu\text{m}$ , por ejemplo. Opcionalmente, el sistema podría operar con un diámetro de abertura tan bajo como  $\sim 4 \mu\text{m}$ , sin embargo tales aberturas de pequeño diámetro pueden estar sujetas a obstrucciones.

50 El diámetro del electrodo de control 50 puede ser dependiente del tono de una matriz de emisores de electropulverización 10. El electrodo de control 50 puede tener un diámetro mínimo compatible con ser más grande que la abertura 55 del emisor de electropulverización 10, mientras que evita la descarga a través de la estructura de soporte de electrodo no conductora o sustrato 40. Por ejemplo, los electrodos de control 55 de 400pm de diámetro que tienen una anchura de electrodo de 100  $\mu\text{m}$ , se puede utilizar. En las matrices de electropulverización de densidad de tono más alto, el diámetro del electrodo puede ser en su lugar  $\sim 20 \mu\text{m}$  más grande que la abertura 55, por ejemplo de 50 a 70  $\mu\text{m}$  de diámetro. La anchura del electrodo de control 55 puede estar en el intervalo de 10 a 20  $\mu\text{m}$ , por ejemplo.

60 Las propiedades de los fluidos pueden ser similares a aquellas que hemos identificado en solicitudes anteriores del solicitante (es decir en los documentos EP06820456.9 y EP08750639.0). Los fluidos que se han probado tienen las propiedades que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

Propiedad	Valores				
Conductividad S/m	9,70E-02	1,00E-4	9,40E-02	5,90E-4	1,00E-6
Tensión Superficial N/m	0,0373	0,0337	0,034	0,0388	0,0388
Viscosidad cpoise o mPa·s	11,2	116	96	12,1	11

**REIVINDICACIONES**

1. Un emisor de electropulverización (10) para emitir un líquido, que comprende:
  - 5 una lámina (40) que tiene un canal (65) que se abre en una abertura (55) en una superficie del emisor plana (75) que se extiende a través de la lámina;
  - un electrodo de carga (80) acoplable a un suministro eléctrico y dispuesto para aplicar una carga eléctrica al paso de líquido en el canal (65); y
  - 10 un electrodo de control (50) incrustado en la lámina de modo que esté proximal a, pero separado del canal, el electrodo de control para controlar la emisión de electropulverización.
2. El emisor de electropulverización de la reivindicación 1, donde el electrodo de control (50) se separa de la superficie del emisor (75).
- 15 3. El emisor de electropulverización de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde el electrodo de control (50) rodea al menos parcialmente el canal (65).
4. El emisor de electropulverización acuerdo con cualquier reivindicación anterior que comprende además una capa no humectante (30) en la superficie del emisor de la lámina.
- 20 5. El emisor de electropulverización de la reivindicación 4, donde la capa no humectante (30) es un material de fluoropolímero.
6. El emisor de electropulverización acuerdo con cualquier reivindicación anterior que comprende además un electrodo de protección (20) fijado a la superficie del emisor (75).
- 25 7. El emisor de electropulverización de la reivindicación 6, donde el electrodo de protección (20) rodea el canal (65).
8. El emisor de electropulverización de la reivindicación 7 cuando depende de las reivindicaciones 5 o 6, donde la capa no humectante (30) está entre el electrodo de protección (20) y la lámina (40) y donde además la capa no humectante (30) está expuesta alrededor de la abertura (55).
- 30 9. El emisor de electropulverización acuerdo con cualquier reivindicación anterior, donde el canal (65) se estrecha hacia la abertura (55) en la superficie del emisor (75).
- 35 10. El emisor de electropulverización acuerdo con cualquier reivindicación anterior que comprende además dos o más canales (65) teniendo cada uno un electrodo de control (50) correspondiente.
- 40 11. Una matriz de los emisores de electropulverización de cualquiera de las reivindicaciones 1-10.

Fig. 1

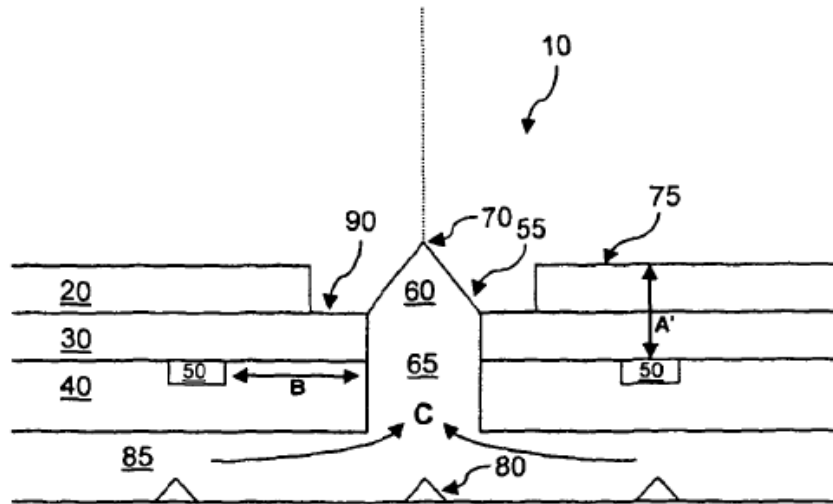


Fig. 1a

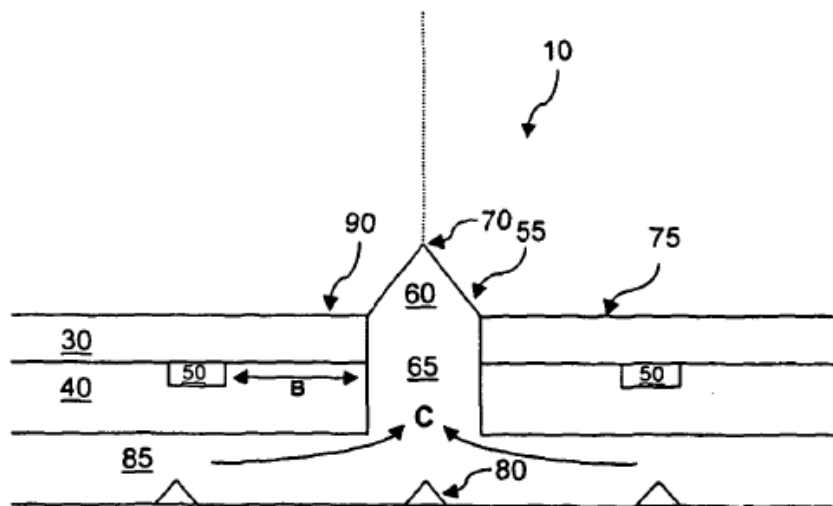


Fig. 2

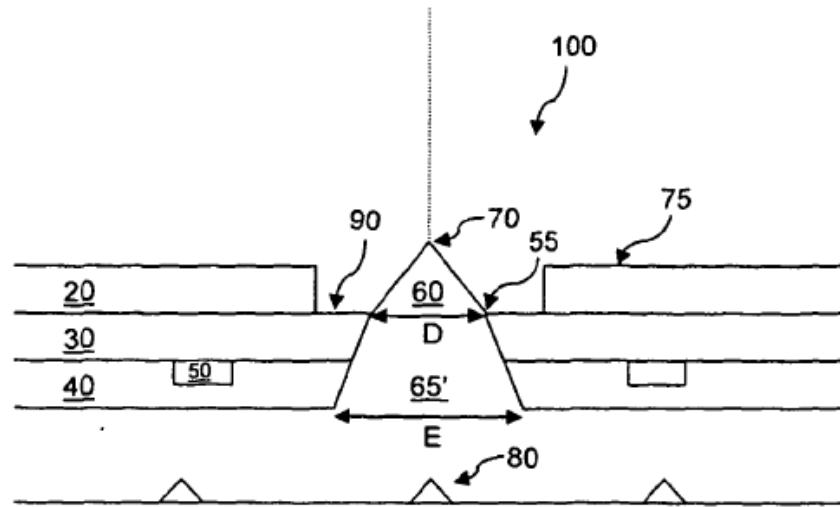


Fig. 3

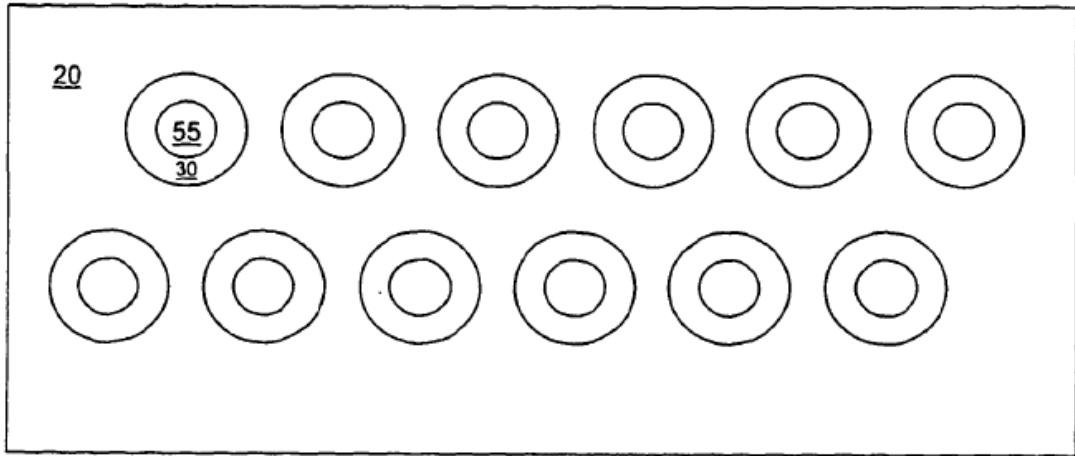


Fig. 4

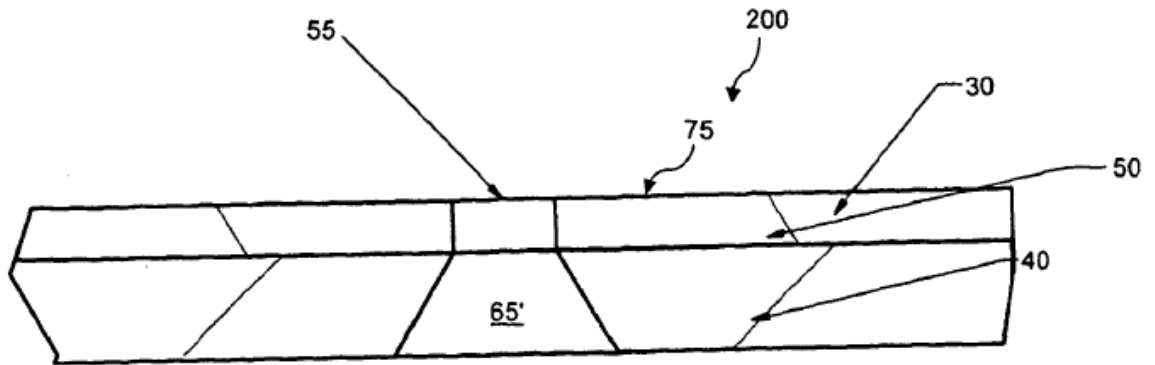


Fig. 5

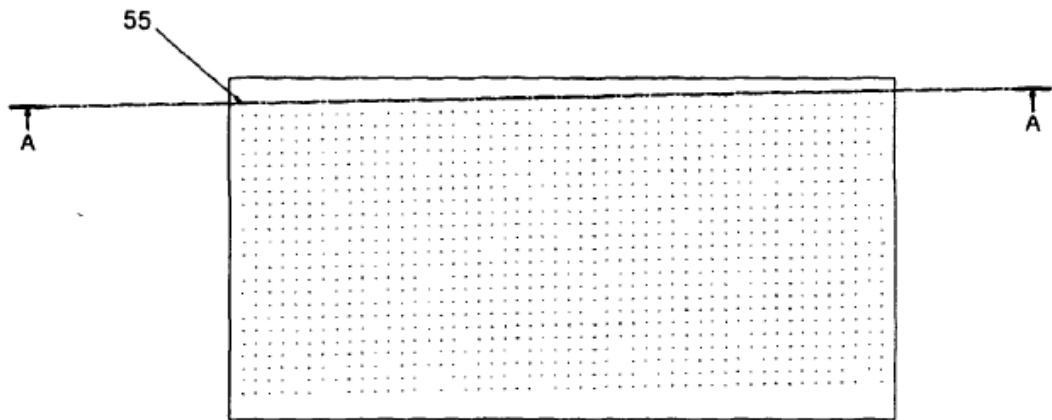


Fig. 6

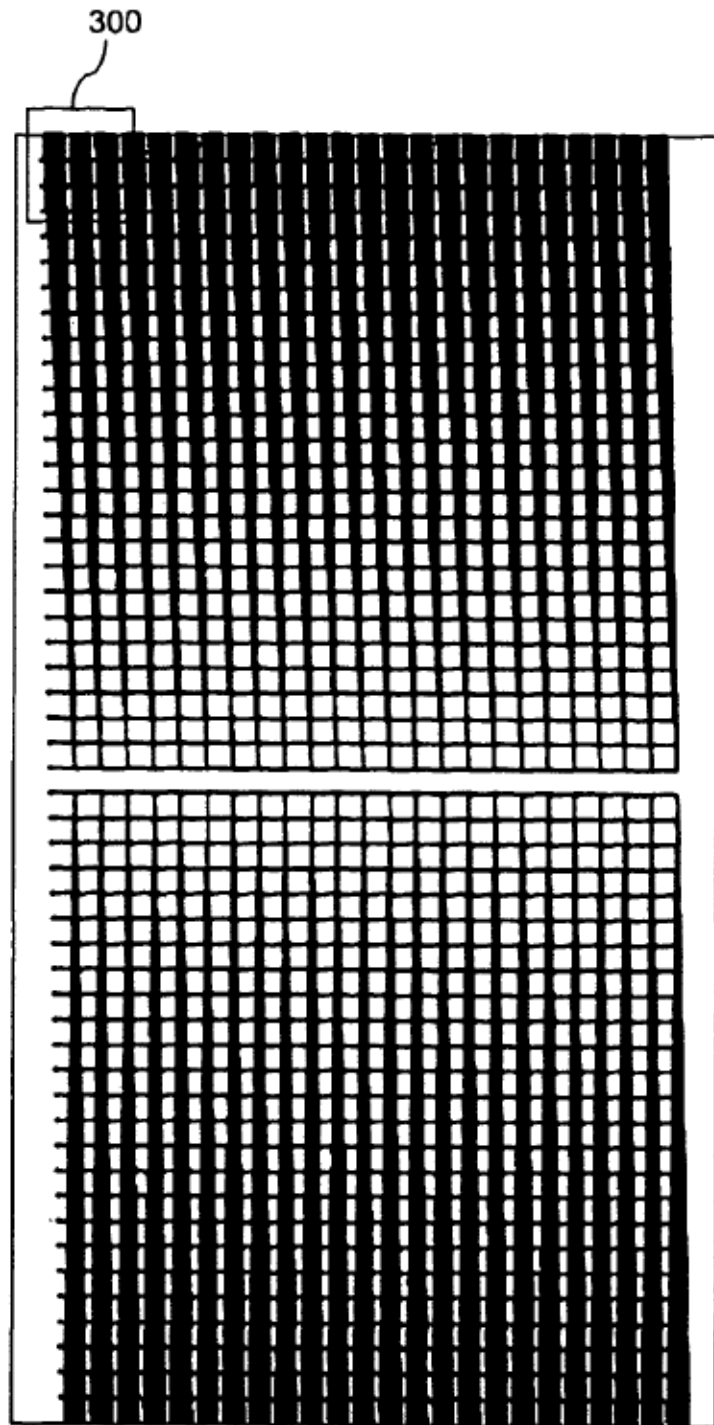
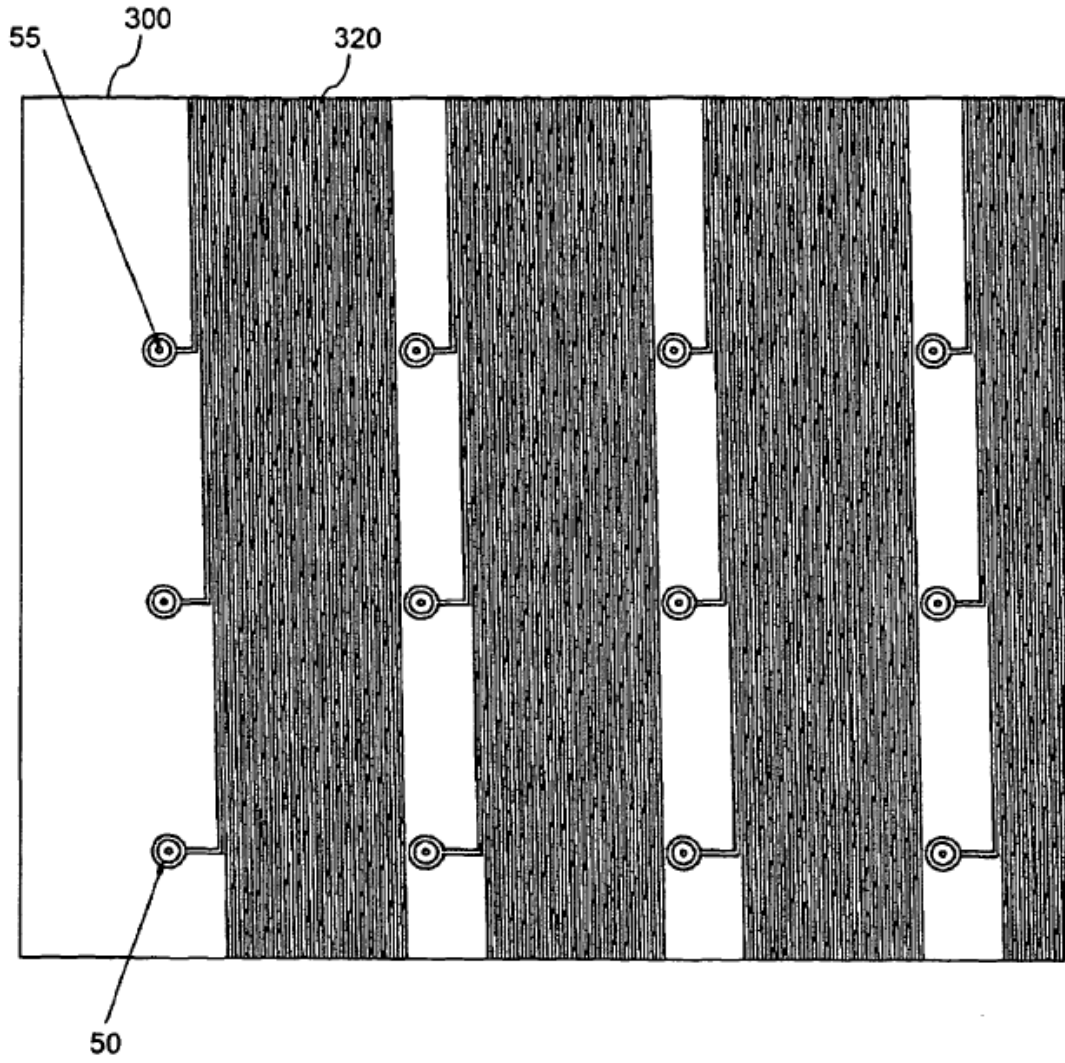
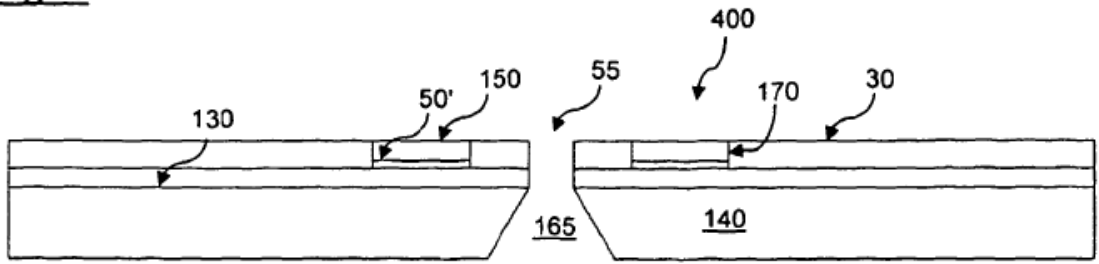




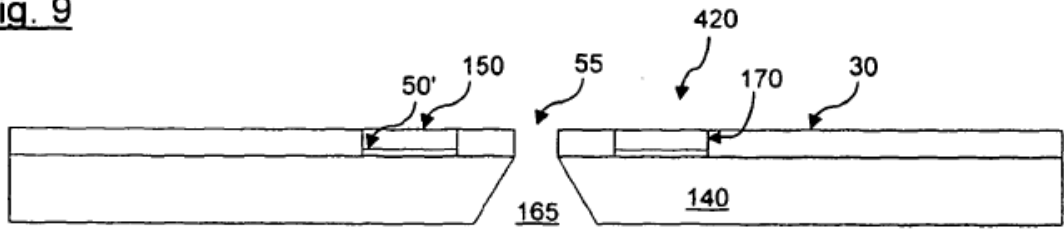
Fig. 7



**Fig. 8**



**Fig. 9**



**Fig. 10**

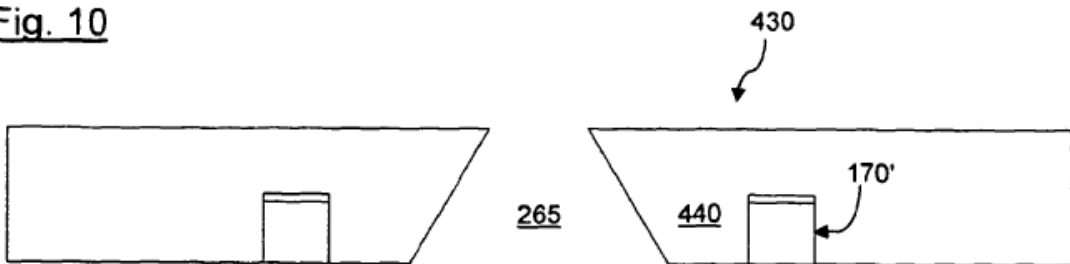


Fig. 11

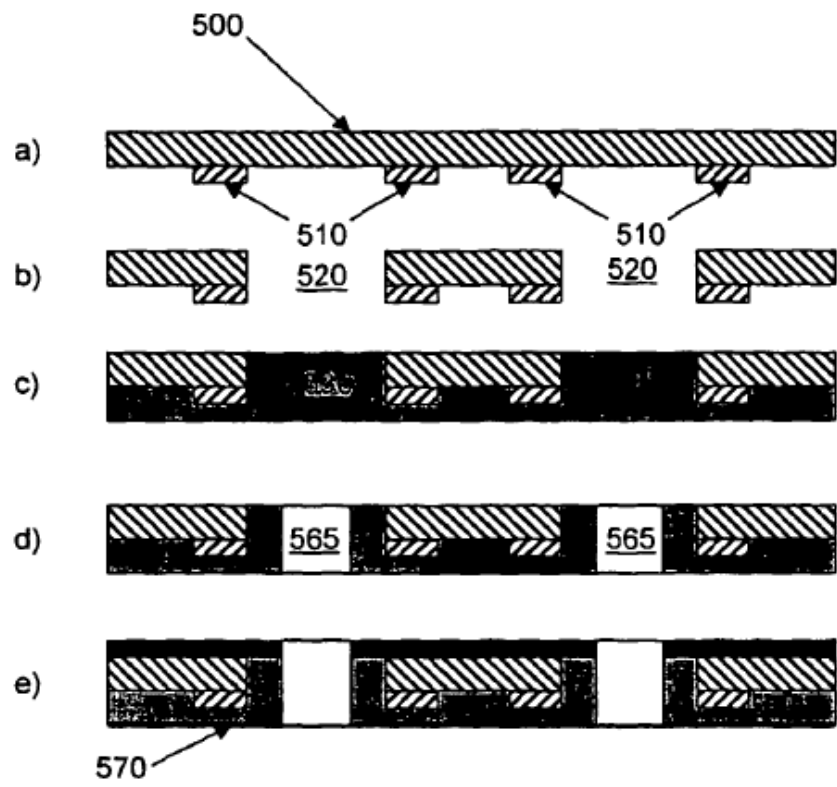


Fig. 12



Fig. 13

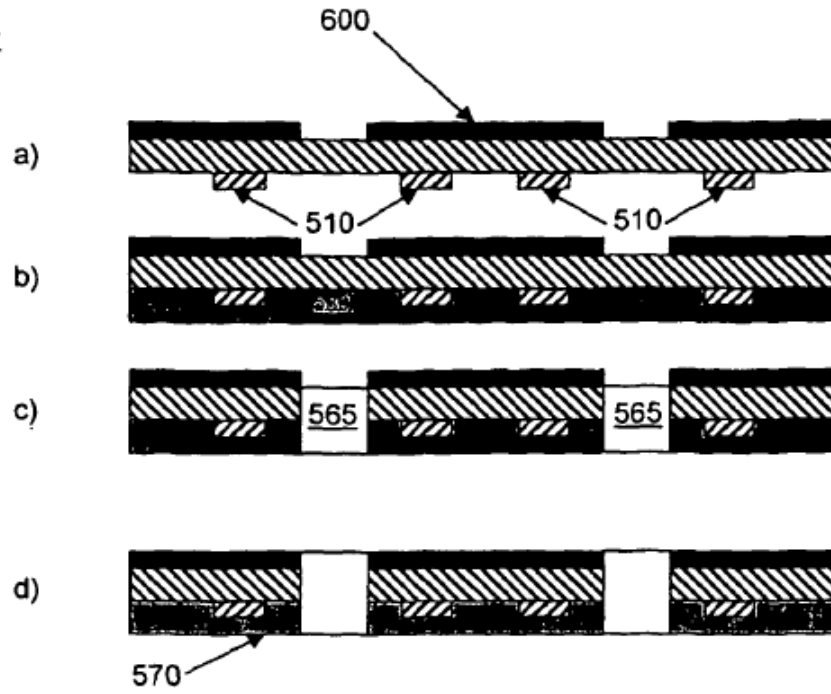


Fig. 14

