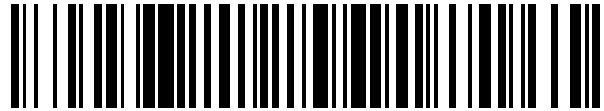


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 900 841**

21 Número de solicitud: 202131099

51 Int. Cl.:

**B41J 2/16** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**26.11.2021**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**18.03.2022**

71 Solicitantes:

**KERAJET, S.A. (100.0%)**  
**Avda. Del Boverot, 24 - Pol. Industrial Supoi 8**  
**12550 ALMAZORA (Castellón) ES**

72 Inventor/es:

**TOMÁS CLARAMONTE, José Vicente;**  
**VICENT ABELLA, Rafa y**  
**OLIVER DIAGO, Alejandro**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

54 Título: **DISPOSITIVO DE IMPRESIÓN DE INYECCIÓN DE TINTA MEMS**

57 Resumen:

Dispositivo de impresión de inyección de tinta MEMS que comprende una pluralidad de subsistemas de inyección distribuidos de forma matricial sobre un plano constituido por cuatro obleas, en el que circula el fluido de tinta dentro de las cámaras de bombeo gracias a la energía disipada por las resistencias y por los actuadores piezoeléctricos a través de las membranas de bombeo. En una realización preferente de la invención, la resistencia se fabrica alrededor del actuador piezoeléctrico y se conecta a su electrodo superior a través del contacto y esta resistencia se conecta al punto de conexión con el exterior a través de la pista conductora.

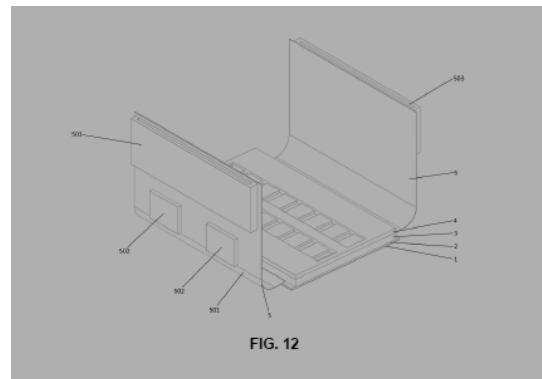


FIG. 12

ES 2 900 841 A1

**DESCRIPCIÓN**

**DISPOSITIVO DE IMPRESIÓN DE INYECCIÓN DE TINTA MEMS**

**5 SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención se refiere a un dispositivo de impresión de inyección de tinta, más particularmente un cabezal de impresora de inyección de tinta fabricado mediante el proceso de sistemas micro-electro-mecánicos (MEMS) para el sector industrial.

10

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Son conocidos en el estado de la técnica diversos dispositivos de impresión de tinta que presentan diferentes funcionales y aplicaciones. Los cabezales de impresión son una de las partes más relevantes en las impresoras, cuya función es depositar tinta en un soporte o medio de impresión.

15

Por lo general, la mayoría de aplicaciones de impresión digital demandan aumentar la resolución de los dispositivos y reducir el tamaño de las gotas expulsadas por estos, para aumentar la calidad y reducir la visibilidad de los puntos en las imágenes impresas.

20

En cambio, ocurre lo contrario en algunas aplicaciones industriales de la impresión por chorro de tinta. A la vez que no es necesario utilizar resoluciones (puntos por centímetro) altas, puesto que no se requiere calidad fotográfica, la utilización de gotas más grandes facilita la impresión a cierta distancia del sustrato, así como la utilización de tintas con partículas grandes, requisito indispensable en muchas aplicaciones industriales.

25

En el sector de la técnica encontramos cabezales de impresión por inyección de tinta que comprenden uno o varios chips u obleas con las particularidades arriba mencionadas. En general, los chips de cabezal de inyección de tinta se fabrican utilizando un proceso similar a un proceso de fabricación de semiconductores, como un proceso de semiconductor de óxido metálico complementario (CMOS), un proceso de sistemas microelectromecánicos (MEMS) o similares.

35

En particular en la presente invención, los elementos del cabezal de impresión de inyección de tinta comentados anteriormente se fabrican mediante la aplicación de tecnología MEMS (Sistemas micro-electro-mecánicos) que consiste en el uso de técnicas litográficas para grabar estructuras en una oblea / sustrato, normalmente un sustrato de silicio.

El uso de esta técnica permite que la estructura tenga unas dimensiones muy pequeñas, pudiendo ser inferior a un micrómetro. Asimismo, permite que la precisión en la impresión sea elevada (gotas de tinta pequeñas y permite proporcionar una imagen en un medio de grabación con una resolución de imagen muy alta).

Esta tecnología la hemos visto aplicada para la fabricación de cabezales de impresión en el estado de la técnica, un ejemplo de ello es la US 2006/0028508 en la cual se proporcionan técnicas para controlar la expulsión de tinta desde un inyector de fluido o un cabezal de impresión por chorro de tinta formando boquillas de expulsión con una geometría deseada. Para ello, se reivindica la fabricación del cabezal de impresión formando elementos en capas individuales de material semiconductor y uniendo las capas para formar el cuerpo final.

En una invención posterior también se traslada el uso de esta tecnología a la configuración de inyectores de tinta de un cabezal de impresión, es la patente US 2011/0007117 en la que el inyector de fluido incluye un módulo de expulsión de fluido que consiste en un sustrato y una capa separada del sustrato. El sustrato comprende una pluralidad de elementos de expulsión de fluido dispuestos en una matriz, cuyos elementos están configurados para producir la expulsión de la tinta a través de una boquilla. La capa separada del sustrato incluye una pluralidad de conexiones eléctricas, cada conexión eléctrica adyacente a un elemento de expulsión correspondiente.

Además, debemos recordar que los sistemas de impresión de inyección de tinta generalmente se dividen en dos tipos básicos, flujo continuo y gota a pedido. En los primeros, la tinta se emite en un flujo continuo bajo presión a través de uno más orificios o boquillas. La corriente se perturba, de modo que se rompe en gotitas a una distancia fija predeterminada de las boquillas.

En cambio, en los sistemas de impresión por inyección de tinta de gota a demanda,

una gota se expulsa desde una boquilla directamente al medio de grabación a lo largo de una trayectoria sustancialmente recta, es decir, sustancialmente perpendicular al medio de grabación.

5 El proceso de accionamiento de un cabezal de impresora de inyección de tinta puede clasificarse en un procedimiento de accionamiento mecánico que utiliza un elemento piezoeléctrico o un procedimiento de accionamiento térmico. Los cabezales de impresión de inyección de tinta piezoeléctricos utilizan la deformación de materiales piezoeléctricos para generar presión para expulsar gotas de tinta. Los cabezales de  
10 impresión de inyección de tinta de accionamiento término utilizan el calentamiento para generar burbujas en la tinta, y la expansión de las burbujas genera presión para expulsar gotas de tinta.

La opción seleccionada por la presente invención es la primera, siendo este tipo de  
15 impresoras de chorro de tinta piezoeléctricos una forma de dispositivo de impresión de chorro de tinta comúnmente utilizado. Los sistemas piezoeléctricos llevan utilizándose desde 1970 y son descritos en multitud de documentos del momento. Entre los que se encuentran la Patente US 3946398 en la cual se utiliza un modo de funcionamiento de diafragma, en la Patente US 3683212 de 1970 que describe un modo de operación de  
20 compresión de un cristal piezoeléctrico, en la Patente US 3747120 de 1972 se describe un modo de flexión de funcionamiento piezoeléctrico. En la Patente US 4459601 de 1982 describe una activación en modo de empuje piezoeléctrico de la corriente de chorro de tinta y en la Patente US 4584590 solicitada en 1985 que describe un tipo de elemento transductor piezoeléctrico de modo de cizallamiento.

25 En el sector de la fabricación de cabezales de impresión existe la necesidad de un dispositivo simple y efectivo, capaz de mantener la tinta en condiciones óptimas con el fin de obtener una impresión lo más precisa posible manteniendo la calidad durante todo el proceso.

30 En consecuencia, en el estado de la técnica se ha valorado que la forma de alcanzar este objetivo sea mantener la tinta dentro del cabezal de impresión durante los períodos de actividad e inactividad sin que la tinta se seque o gotee a través de los orificios y sin la sedimentación de partículas que podrían causar la obstrucción de los  
35 orificios del cabezal de impresión. Una impresora de este tipo también debería estar configurada para evitar el goteo de tinta a través de los orificios del cabezal de

impresión durante los períodos de inactividad.

Los cabezales de impresión por inyección de tinta MEMS que cumplen con los parámetros anteriormente mencionados de tipo conocido, tienen una elevada  
5 velocidad de impresión y resolución. En cualquier caso, es deseable una reducción adicional de costes y dimensiones del dispositivo, garantizando una mejora de rendimiento.

### **EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

10

El objetivo principal de esta invención consiste en utilizar las técnicas y materiales de la fabricación de semiconductores para obtener un dispositivo de impresión por inyección de tinta sencillo y robusto, capaz de trabajar en ambientes industriales y expulsar gotas de fluidos industriales con tamaños de partículas grandes y  
15 características reológicas adversas.

Se tiene en cuenta que el mercado demanda unas dimensiones del dispositivo lo más reducidas posibles manteniendo el mejor rendimiento y calidad en su funcionamiento.

20

En consecuencia, la presente invención describe un dispositivo que consiste en un cabezal de impresión por inyección de tinta fabricado con tecnología de micro-electromecánica (MEMS) para la decoración de productos en el sector industrial, según la descripción y modo de producción que reivindica la presente invención.

25

La invención describe un dispositivo de deposición, inyección o proyección de fluidos, especialmente tinta adecuada para su uso en la decoración de productos tales como baldosas o losas cerámicas, textiles, u otros objetos, mediante la recirculación de dicho fluido en una cámara sometida a presión, de forma que el colector de entrada de fluido está conectado a la cámara de bombeo permitiendo que el fluido circule por el sistema  
30 de impresión hasta los orificios situados en el centro de dicha cámara.

La tinta es proyectada por el orificio mediante la acción de un actuador piezoeléctrico, de forma que la activación de dicho actuador, dispuesto en el plano perpendicular a la dirección de proyección del fluido, produce un desplazamiento en la parte superior de  
35 la cámara de bombeo comprimiendo el fluido con el fin de que se produzca su proyección por el orificio.

Es un objetivo de la presente invención, que el dispositivo sea utilizado en aplicaciones industriales por lo que debe poder trabajar con fluidos de propiedades reológicas adversas, con tendencia a la sedimentación de partículas grandes y pesadas. Para  
5 ello, el dispositivo está configurado para mantener la tinta en movimiento, es decir, estará en recirculación. El cabezal está compuesto de otro conducto vertical que comunica el colector de salida con la cámara de bombeo de forma diagonalmente opuesta. El fluido circula desde el colector de entrada hasta el de salida a través de la cámara de bombeo, se trata de un flujo continuo en el interior del dispositivo.

10

La recirculación es necesaria para evitar la sedimentación de partículas y garantizar que la tinta es óptima para una impresión de calidad.

La novedad aquí reivindicada consiste, además, en añadir una resistencia en serie con  
15 cada actuador piezoeléctrico para limitar las corrientes de carga y de descarga. Los circuitos de control utilizarán ahora unos transistores en configuración "push-pull", de manera que los transistores serán los encargados de cargar los condensadores y los transistores serán los encargados de descargarlos.

20 El dispositivo de impresión por chorro de tinta de la presente invención se fabrica con técnicas de fabricación de semiconductores, y consiste en una configuración de cuatro capas apiladas y adheridas entre ellas.

Siendo su estructura la siguiente: La oblea inferior contiene los inyectores; la oblea  
25 intermedia-inferior contiene la cámara de bombeo, la membrana, el actuador piezoeléctrico, las conexiones eléctricas con el exterior y los conductos que comunican la cámara de bombeo con los canales de entrada y salida de fluido; la oblea intermedia-superior contiene los conductos verticales de entrada y salida, así como los colectores de entrada y salida; y por último la oblea superior en el que se encuentra el colector  
30 principal de entrada y el colector principal de salida.

Con el fin de economizar, es posible que la configuración del dispositivo varíe  
manteniendo las condiciones óptimas de su funcionamiento, pudiendo eliminar la oblea  
superior y de esta forma, se incorpora los colectores de entrada y salida de la tinta en  
35 el soporte exterior donde se fijará el cabezal de impresión.

Debido a la utilización de la tecnología de micro-electro-mecánica (MEMS), las resistencias se pueden integrar en el propio dispositivo. En esta invención, se ha optado por fabricar la resistencia alrededor del actuador piezoeléctrico conectándola a su electrodo superior a través del contacto, y esta resistencia se conecta al punto de  
5 conexión con el exterior a través de la pista conductora. Esta disposición, y la buena conductividad térmica del silicio, permite la evacuación de la energía disipada por las resistencias y por los actuadores piezoeléctricos a través de las membranas de bombeo hacia el fluido circulante dentro de las cámaras de bombeo.

## 10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

### Leyenda

- 1. oblea inferior
- 2. oblea intermedia-inferior
- 15 3. oblea intermedia-superior
- 4. oblea superior
  
- 11. generador de pulsos
- 12. transistores de activación
- 20 13. circuito de control
- 14. condensadores equivalentes a los actuadores
- 15. fuente de tensión
- 16. transistores de activación
- 17. resistencias
- 25 20. trayectoria de cada inyector sobre el substrato
- 21. columnas inclinadas de la distribución matricial de inyectores del dispositivo
- 22. filas de la distribución matricial de inyectores del dispositivo
- 101. orificios inyectores
- 102. gotas de tinta
- 30 201. cámaras de bombeo
- 202. canales de entrada
- 203. canales de salida de fluido
- 204. membranas de bombeo
- 206. contactos exteriores
- 35 207. pistas conductoras
- 208. resistencias limitadoras de corrientes

- 209. electrodos superiores
- 220. actuadores piezoeléctricos
- 210. material piezoeléctrico
- 211. contacto

5

- 301. conductos verticales de entrada de fluido
- 302. conductos verticales de salida de fluido
- 303. cámaras de aire
- 304. colectores secundarios de entrada de fluido
- 10 305. colectores secundarios de salida de fluido

- 401. colector principal de entrada de fluido
- 402. colector principal de salida de fluido

15 FIG. 1 Representación de la distribución matricial preferente de los inyectores del dispositivo (101) en columnas inclinadas (21) para aumentar la resolución de impresión. Los inyectores están dispuestos en filas paralelas (22) con una disposición particular para asegurar una trayectoria de deposición concreta (20) por parte de cada inyector sobre el substrato.

20

FIG. 2 Representación esquemática de la distribución en planta, en forma matricial inclinada, de las cámaras de bombeo (201) para maximizar el área de los actuadores piezoeléctricos (220).

25 FIG. 3 Representación del corte indicado en la FIG.2 donde se muestra la distribución matricial de Un inyector y su configuración que consiste en una membrana de bombeo (204), en un actuador piezoeléctrico (220), una cámara de bombeo (201) y los canales de entrada (202) y salida (203) para la inyección de gotas de tinta (102) a través de un orificio (101).

30

FIG. 4 Estado de la técnica que muestra una representación eléctrica esquemática de una implementación típica de un cabezal de impresión por chorro de tinta. Los actuadores piezoeléctricos (220) están representados por unos condensadores (14) y del circuito de control (13) se muestran los transistores (12) que seleccionan los actuadores piezoeléctricos que estarán activos cuando el generador de pulsos (11) genere un pulso trapezoidal de tensión.

35

FIG. 5 Representación eléctrica esquemática de la implementación propuesta del cabezal de impresión por chorro de tinta. Los actuadores piezoeléctricos están representados por unos condensadores (14) y del circuito de control (13) se muestran los transistores (16) que activan los actuadores piezoeléctricos seleccionados a través de las resistencias (17) y los transistores (12) que los desactivan. En este caso sólo es necesaria una fuente de tensión fija (15) para cargar y descargar los actuadores piezoeléctricos. De esta manera la tensión (18) a la que se somete cada actuador piezoeléctrico (14) es la típica de la carga-descarga de un condensador a través de una resistencia.

FIG. 6 Representación esquemática de la configuración propuesta donde pueden observarse las cuatro obleas (1, 2, 3 y 4) que forman el conjunto. La tinta en recirculación entra por el colector principal de entrada (401), pasando por los colectores secundarios de entrada (304) y llegando a las cámaras de bombeo (201) a través de los conductos verticales de entrada (301) y los canales de entrada (202). Sale la tinta de las cámaras de bombeo (201) y llega a los colectores secundarios de salida (305) a través de los canales de salida (203) y los conductos verticales de salida (302), saliendo del dispositivo por el colector principal de salida (402). Se puede observar la membrana de bombeo (204), el actuador piezoeléctrico (220) y la cámara de aire (303) para que el actuador piezoeléctrico (220) pueda moverse con libertad y bombear las gotas (102) a través del orificio (101) del inyector. Los electrodos superiores de los actuadores piezoeléctricos (220) están conectados a los contactos exteriores (206) para su control.

FIG. 7 Vista superior en perspectiva del conjunto de obleas (1, 2, 3 y 4) donde podemos observar los contactos eléctricos de salida (206), el colector principal de entrada (401) y el colector principal de salida (402).

FIG. 8 Vista inferior en perspectiva del conjunto de obleas (1, 2, 3 y 4) donde podemos observar los orificios inyectoros (101) de acuerdo con la configuración preferente representada en la Fig. 1.

FIG. 9 Vista superior en perspectivas explotada donde podemos observar: en la oblea (1) los orificios de inyección (101); en la oblea (2) el actuador piezoeléctrico (220) y los

contactos eléctricos exteriores (206); en la oblea (3) los colectores secundarios de entrada (304) y salida (305) así como los conductos verticales de entrada (301) y los conductos verticales de salida (302); y en la oblea (4) el colector principal de entrada (401) y el colector principal de salida (402).

5

FIG. 10 Vista inferior en perspectivas explotada donde podemos observar: en la oblea (1) los orificios de inyección (101); en la oblea (2) las cámaras de bombeo (201), los canales de entrada (202) y los canales de salida (203); en la oblea (3) las cámaras de aire (303) que facilitan el movimiento de los actuadores piezoeléctricos, los conductos verticales de entrada (301) y los conductos verticales de salida (302); y en la oblea (4) el colector principal de entrada (401) y el colector principal de salida (402).

FIG. 11 Detalle de la cara superior de la oblea (2) donde podemos observar las láminas de material piezoeléctrico (210), los electrodos superiores de los actuadores (209), las resistencias limitadoras de corriente (208) que se conectan a los electrodos superiores (209) a través del puente (211), y a los contactos exteriores (206) a través de las pistas (207). También podemos observar los contactos exteriores (212) para los electrodos inferiores que se conectan al plano conductor en su extremo (213).

FIG. 12 Vista en perspectiva donde se observa el ensamblaje de las cuatro obleas (1, 2, 3 y 4) al que se han conectado los dos circuitos de control (5), que contienen circuitos impresos flexibles (501) para realizar las conexiones entre los circuitos integrados de control (502), el sistema de actuadores piezoeléctricos y los conectores exteriores (503).

25

FIG. 13 Vista en la que se observa el ensamblaje de las cuatro obleas (1, 2, 3 y 4) y los dos circuitos de control (5), adheridos sobre el bloque principal (6) que posee un orificio para la entrada de tinta (601), otro para la salida de tinta (602) y dos agujeros roscados más (603) para su fijación en la impresora. Al mismo tiempo, también aparecen representados desde otra perspectiva lateral los circuitos impresos flexibles (501) para realizar las conexiones entre los circuitos integrados de control (502), el sistema de actuadores piezoeléctricos y los conectores exteriores (503).

FIG. 14 Vista inferior del mismo conjunto de la fig. 11 donde se observa el ensamblaje de las cuatro obleas (1, 2, 3 y 4) y los dos circuitos de control (5), adheridos sobre el

35

bloque principal (6) y la placa de orificios (101), así como los circuitos impresos flexibles (501), los circuitos integrados de control (502) y el sistema de actuadores piezoeléctricos y los conectores exteriores (503).

## 5 REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación, se realiza una descripción de un ejemplo de la invención haciendo referencia a la numeración adoptada en las figuras.

- 10 El sistema de inyección de tinta integrado en el dispositivo de impresión por inyección de tinta consiste en una forma preferida según la FIG. 6 y FIG. 3, de al menos un colector principal de entrada de fluido (401), que conecta con los colectores secundarios de entrada de fluido (304) vinculado a las cámaras de bombeo (201) a través de los conductos verticales de entrada (301) y los canales de entrada (202).
- 15 Asimismo, comprende cámaras de bombeo (201) que se unen a su vez, a los colectores secundarios de salida (305) a través de los canales de salida (203) y los conductos verticales de salida (302), saliendo el fluido por el colector principal de salida (402).
- 20 En la parte superior de la cámara de bombeo, preferentemente, se sitúan la membrana de bombeo (204), el actuador piezoeléctrico (220) y la cámara de aire (303); que debido a su actuación, se produce la inyección de las gotas de tinta (102) a través del orificio (101) del inyector. De tal forma, que los electrodos superiores de los actuadores piezoeléctricos (220) están conectados a los contactos exteriores (206) para su control.
- 25 Para poder aprovechar al máximo la superficie del dispositivo de ha optado por una distribución matricial de los inyectores, pero como se muestra en la FIG.1 y en la FIG.2, las columnas se inclinarán para conseguir una separación uniforme de las gotas en el substrato a imprimir.
- 30 Con esta configuración de los inyectores, y puesto que las cámaras de impulsión están directamente conectadas con los inyectores, la forma de las cámaras de impulsión que maximiza el volumen de fluido bombeado es la de un romboide con sus caras opuestas paralelas, por parejas, a las filas y las columnas de inyectores.
- 35 Tal como se muestra en la FIG. 6 en la que podemos encontrar una sección

esquemática de un subsistema de inyección completo en la que podemos observar el flujo de circulación del fluido (marcado por dos flechas grises) para evitar sedimentaciones de partículas por estancamiento. Para que se produzca la circulación del fluido por dentro del dispositivo, la presión en los colectores de entrada (401 y 301) será ligeramente superior a la presión en los colectores de salida (402 y 305) y puesto que el circuito recorrido por el fluido es simétrico, la presión estática en el orificio de salida (101) será la presión media de la presión de entrada y de salida. Normalmente esta presión es ligeramente inferior a la ambiental para estabilizar el menisco que forma el fluido en el orificio de inyección (101).

10

Puesto que el dispositivo propuesto debe poder trabajar con fluidos de propiedades reológicas adversas, con tendencia a la sedimentación de partículas grandes y pesadas, será esencial mantener estos fluidos siempre en movimiento y/o agitación. Por lo tanto, el fluido que se halle dentro del dispositivo estará siempre en recirculación. Evitando que exista ningún punto de remanso donde puedan aparecer sedimentos. Para tal fin, el dispositivo, tal como se muestra en la FIG. 6, dispondrá de una entrada (401) y una salida (402) de fluidos, además de los orificios (101) por donde se expulsan las gotas (102), de manera que aplicando más presión a la entrada que a la salida, se cree un flujo continuo de fluido por todo el interior del dispositivo.

20

En la FIG. 4 se muestra de forma esquemática, el funcionamiento eléctrico de un dispositivo de impresión por chorro de tinta piezoeléctrico tradicional. En este esquema encontramos: los actuadores piezoeléctrico (220) representados por unos condensadores (14), ya que eléctricamente se comportan como tales; los circuitos de control (13) que, con los transistores (12), nos permitirán seleccionar los actuadores (220) que son activados cada vez que el generador de pulsos (11) genera un pulso de tensión de forma trapezoidal.

En los dispositivos tradicionales es necesario utilizar los generadores de pulsos de tensión trapezoidal para limitar la corriente de carga de los condensadores, que de otra manera sólo sería limitada por las impedancias internas de los transistores (12) generando picos de corriente bastante peligroso.

En cualquier caso, estos generadores de pulsos trapezoidales de tensión deben ser capaces de suministrar tensiones y corrientes elevadas, lo que hace que sean costosos, voluminoso y disipen mucha energía, en forma de calor, ya que se

construyen con amplificadores analógicos de potencia.

En cambio, según la realización preferente de la invención, el cabezal de impresión por inyección de tinta MEMS el cual se muestra esquemáticamente en la FIG.5, se le  
 5 ha añadido una resistencia (17) en serie con cada actuador piezoeléctrico (220) para limitar las corrientes de carga y de descarga. Los circuitos de control (13) utilizarán ahora unos transistores (12 y 16) en configuración "push-pull", de manera que los transistores superiores (16) serán los encargados de cargar los condensadores (14) y los transistores inferiores (12) serán los encargados de descargarlos. La tensión que  
 10 aparecerá ahora entre los polos de los condensadores (14) será la típica de la carga y descarga de un condensador a través de una resistencia, como se muestra en el detalle (18). En este caso la alimentación de los actuadores (220) del dispositivo de impresión se realizará directamente de una fuente de tensión constante (15) con lo que ya no serán necesarios los amplificadores analógicos de potencia reduciendo de esta  
 15 manera el coste, el volumen y la disipación de calor en los circuitos electrónicos de control del dispositivo de impresión. En esta configuración, la disipación de energía de realizará a través en las resistencias conectadas en serie con cada actuador y en los propios actuadores piezoeléctricos.

20 Cuando el dispositivo de impresión por chorro de tinta se fabrica con técnicas de fabricación de semiconductores, las resistencias se pueden integrar en el propio dispositivo. En este caso, tal y como podemos observar en la FIG.11, la resistencia (208) se fabrica alrededor del actuador piezoeléctrico (210) y se conecta a su electrodo superior (209) a través del contacto (211), y esta resistencia (208) se conecta al punto  
 25 de conexión con el exterior (206) a través de la pista conductora (207). Esta disposición, y la buena conductividad térmica del silicio, permite la evacuación de la energía disipada por las resistencias y por los actuadores piezoeléctricos a través de las membranas de bombeo (204) hacia el fluido circulante dentro de las cámaras de bombeo (201).

30 En una forma preferida de fabricación de este dispositivo, los sistemas anteriormente descritos se encuentran integrados dentro de cuatro obleas (1, 2, 3 y 4) apiladas y adheridas entre ellas con adhesivos, mediante difusión o mediante cualquier otro método. En la FIG. 7 y siguientes, se muestra el apilado de las obleas y la alineación  
 35 entre ellas para la correcta recirculación del fluido.

La oblea (1) es la inferior del apilado y contiene únicamente los orificios inyectoros (101), que son formados a través de una foto-máscara mediante ataque químico en medio líquido o con plasma. Son especialmente interesante los orificios realizados en obleas de silicio con orientación <100> en un baño de KOH ya que producen perforaciones con forma tronco piramidal de una manera sencilla y rápida, siendo esta forma bastante útil para guiar la formación de las gotas que se expulsan (102).

La oblea (2), llamada intermedia inferior en el presente documento, contiene las cámaras de bombeo (201); los canales de entrada (202) y salida de fluido (203); las membranas de bombeo (204); los actuadores piezoeléctricos (220), formados por el electrodo inferior, las láminas de material piezoeléctrico (210) y los electrodos superiores (209); y las resistencias limitadoras de corriente (208) conectadas a los contactos exteriores (206) por las pistas conductoras (207).

La oblea (3), intermedia superior, contiene los colectores secundarios de entrada (304) y de salida (305) de fluido; los conductores verticales de entrada (301) y salida (302) de fluido; y las cámaras de aire (303) para permitir el libre movimiento de las membranas (204).

Por último, la oblea superior (4) es opcional, y puede contener los colectores principales de entrada (401) y salida (402) de fluido. De no incluir esta última oblea, los colectores aquí mencionados deberán situarse en el soporte exterior donde se fijará el dispositivo.

**REIVINDICACIONES**

- 1) Dispositivo de impresión de inyección de tinta MEMS que comprende una pluralidad de subsistemas de inyección distribuidos de forma matricial sobre un plano horizontal, estando formado cada subsistema por al menos por una oblea inferior (1), una oblea intermedia inferior (2) situada sobre la oblea inferior (1), y una oblea intermedia superior (3) situada sobre la oblea intermedia inferior (2), donde cada subsistema comprende:
- a) una cámara de bombeo (201) que comprende una membrana (204) y un actuador piezoeléctrico (220);
  - b) cámara de aire (303) acoplada con la membrana (204) a través del actuador piezoeléctrico (220);
  - c) un colector secundario de entrada (304);
  - d) colector secundario de salida (305);
  - e) un conducto vertical de entrada (301), que comunica hidráulicamente el colector secundario de entrada (304) con la cámara de bombeo (201);
  - f) un conducto vertical de salida (302), que comunica hidráulicamente el colector secundario de salida (305) con la cámara de bombeo (201);
  - g) un actuador piezoeléctrico (220) acoplado con una porción de la cámara de bombeo (201) que es el encargado de deformar la membrana de esta y comprimir el fluido para que se produzca la expulsión de la gota (102) por el orificio de la base (101) donde la base de la cámara de bombeo (201) comprende un orificio (101), comunicado con el exterior y configurado para expulsar gotas de tinta (102) donde la oblea inferior (1) comprende el inyector (101); donde la oblea intermedia inferior (2) comprende la cámara de bombeo (201), la membrana de bombeo (204), el actuador piezoeléctrico (220), y conexiones eléctricas de los electrodos del actuador (206) con el exterior y un canal de salida (202) y un canal de entrada (203) que comunican hidráulicamente la cámara de bombeo (201) con el conducto vertical de entrada (301) y con el conducto vertical de salida (302); donde la oblea intermedia superior (3) comprende el conducto vertical de entrada (301), el conducto vertical de salida (302), el colector secundario de entrada (304) y el colector secundario salida (305).
- 2) Dispositivo según reivindicación 1, donde la cámara de bombeo (201) es prismática

de base romboide con las aristas verticales redondeadas, donde la comunicación hidráulica del colector de entrada (304) con la cámara de bombeo (201) se realiza por una primera arista vertical de sus dos aristas verticales diagonalmente opuestas más distantes entre sí, donde la comunicación hidráulica del colector de salida (305) con la cámara de bombeo (201) se realiza por una segunda arista vertical de sus dos aristas verticales diagonalmente opuestas más distantes entre sí.

3) Dispositivo según reivindicación 1 o 2, donde una pluralidad de subsistemas de inyección están conectados hidráulicamente entre sí a través de sus respectivas cámaras de bombeo (201).

4) Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una oblea superior (4) configurada para incorporar un colector principal de entrada (401) y un colector principal de salida (402) acoplable con un soporte de fijación del dispositivo, donde la oblea superior (4) comprende un colector principal de entrada (401) y un colector principal de salida (402).

5) Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el actuador piezoeléctrico (220) de cada subsistema de inyección está formado por un electrodo inferior (x), donde el electrodo inferior comprende una lámina conductora (x) adherida a la membrana (204).

6) Dispositivo según reivindicación 5, donde la cámara de bombeo (204) comprende un material conductor que funciona como electrodo inferior, donde sobre el electrodo inferior existe una capa de material piezoeléctrico para formar el actuador piezoeléctrico (220) con la misma planta que la base de la cámara de bombeo (204), concéntrica y con retranqueo respecto a las aristas de la planta de esta. Y por encima, se dispondrá el electrodo superior (209) con la misma planta que la capa piezoeléctrica, concéntrica y con retranqueo respecto a las aristas de esta capa piezoeléctrica.

7) Dispositivo según reivindicación 6, donde los electrodos inferiores de una pluralidad de actuadores piezoeléctricos (220), de una pluralidad de subsistemas de inyección, están conectados eléctricamente formando un único electrodo inferior común.

8) Dispositivo según reivindicación 6, donde la conexión de cada electrodo superior

con el exterior se realiza a través de una pista de material conductor de manera que la resistencia eléctrica total de esta pista sea igual para todos los subsistemas de inyección y de manera que limite la corriente máxima que llega a cada actuador piezoeléctrico (220).

- 5
- 9) Dispositivo según reivindicación 8, donde la conexión de cada electrodo superior (209) con el exterior se realiza a través de una pista de material conductor de manera que la resistencia eléctrica total de esta pista esté entre 100  $\Omega$  y 5 K $\Omega$ .
- 10
- 10) Dispositivo según reivindicación 8, donde las pistas de material conductor, que conectan los electrodos superiores (209) con el exterior, están formadas por dos sectores con materiales con conductividades eléctricas diferentes, donde el primer sector, con el material con menos conductividad eléctrica, tiene más del 90% de la resistencia eléctrica de toda la pista y donde el otro sector, con mayor
- 15
- conductividad, tiene menos del 10% de la resistencia total de la pista.
- 11) Dispositivo según reivindicación 10, donde el primer sector de la pista, con mayor resistencia, está dispuesto alrededor del electrodo superior (209) formando meandros, donde el número de meandros es función de la resistencia eléctrica.
- 20
- 12) Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, en el que el circuito, o los circuitos, de control está o están formados al menos por un: circuito impreso flexible; los circuitos integrados de control (502) soldados, o conectados, sobre este; uno o varios conectores (503) para conectar las señales de control; y
- 25
- unos terminales eléctricos impresos sobre el circuito flexible (501) para su conexión sobre los contactos (206) de la segunda oblea (2) bien por soldadura o bien utilizando adhesivos de conductividad eléctrica anisotrópica

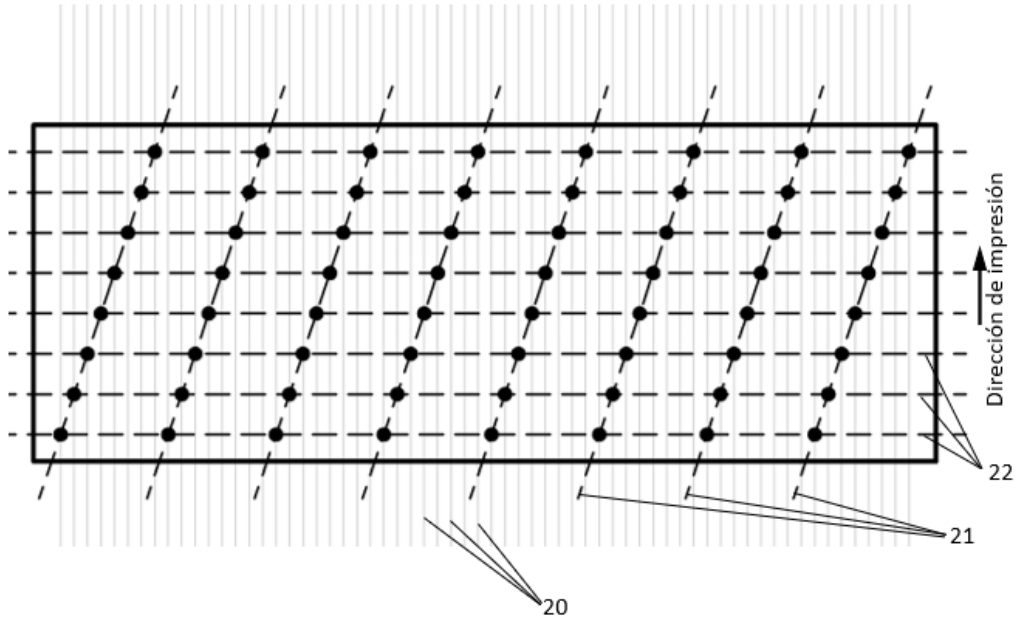


FIG. 1

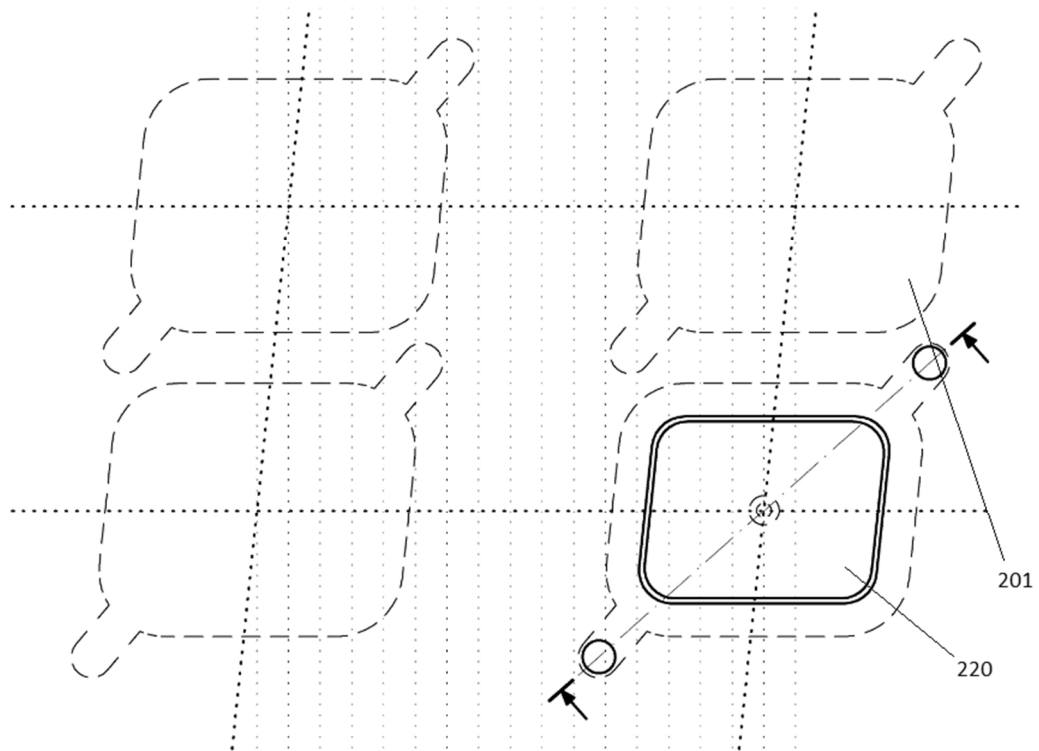
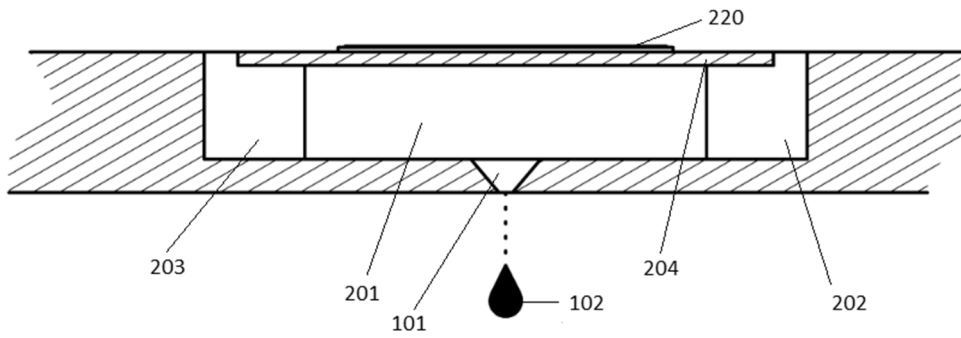
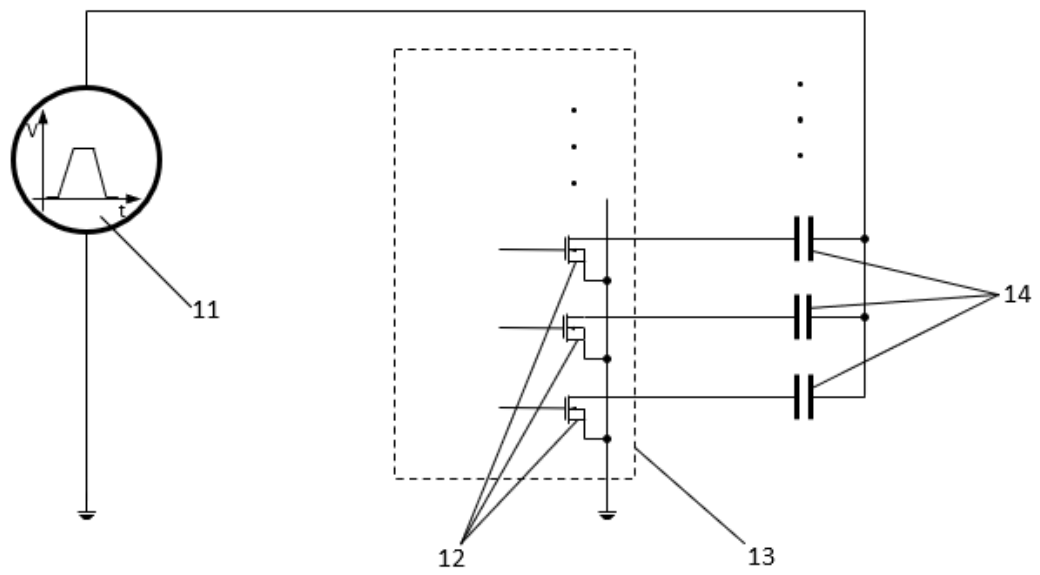


FIG. 2

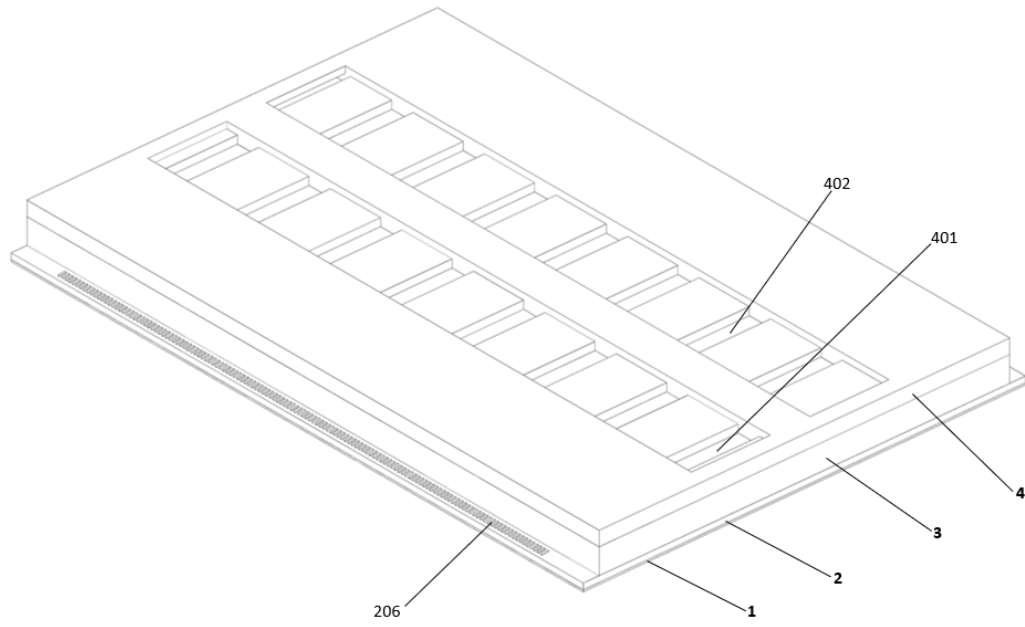


**FIG. 3 (Estado de la técnica)**

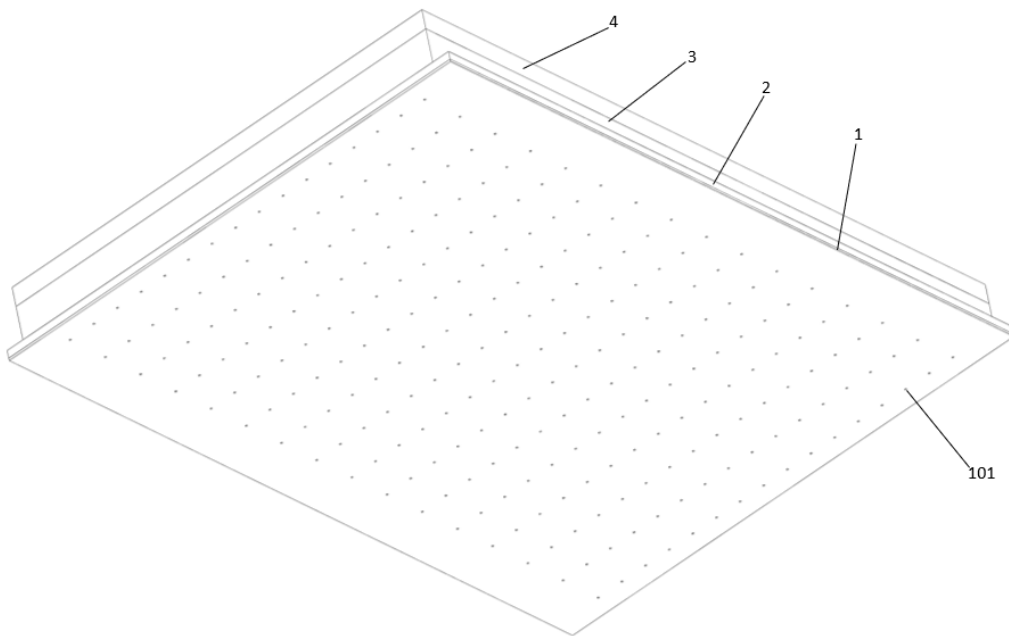


**FIG. 4**

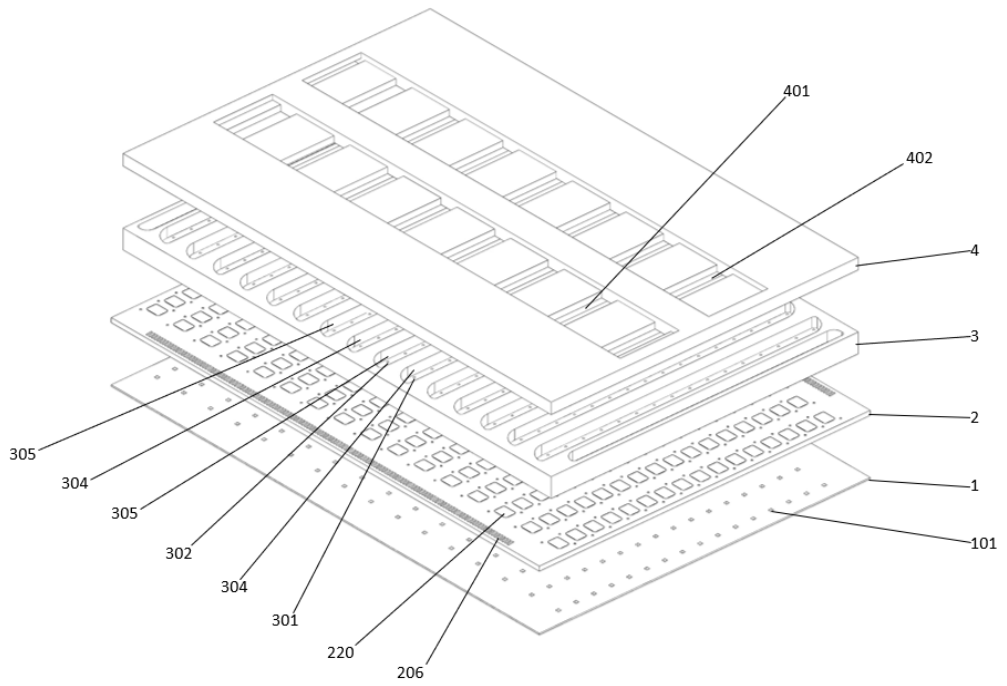




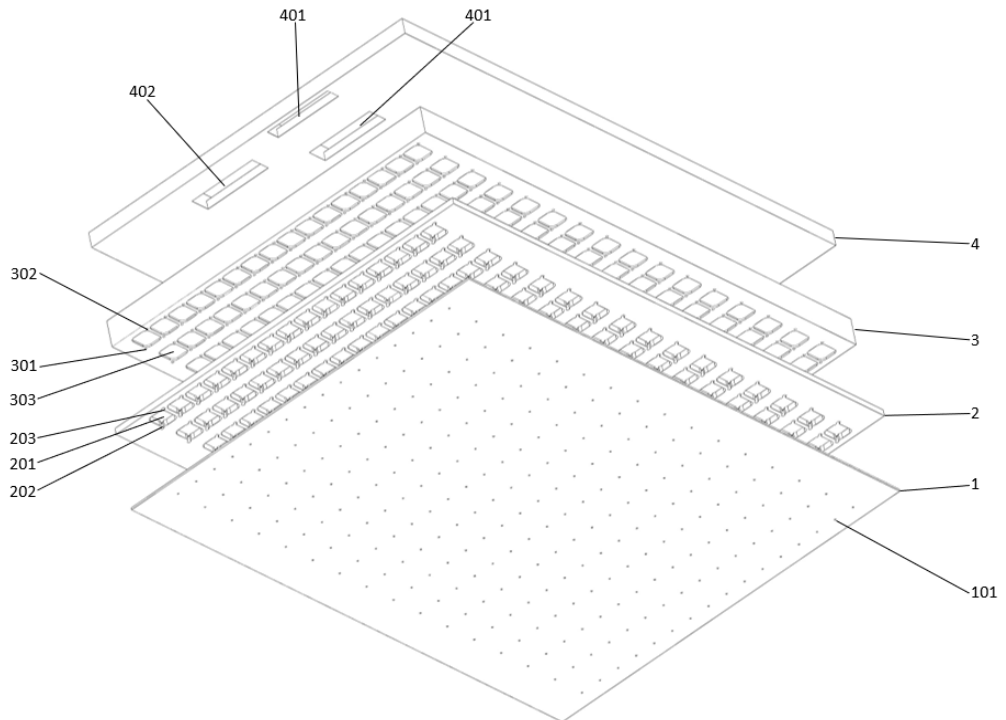
**FIG. 7**



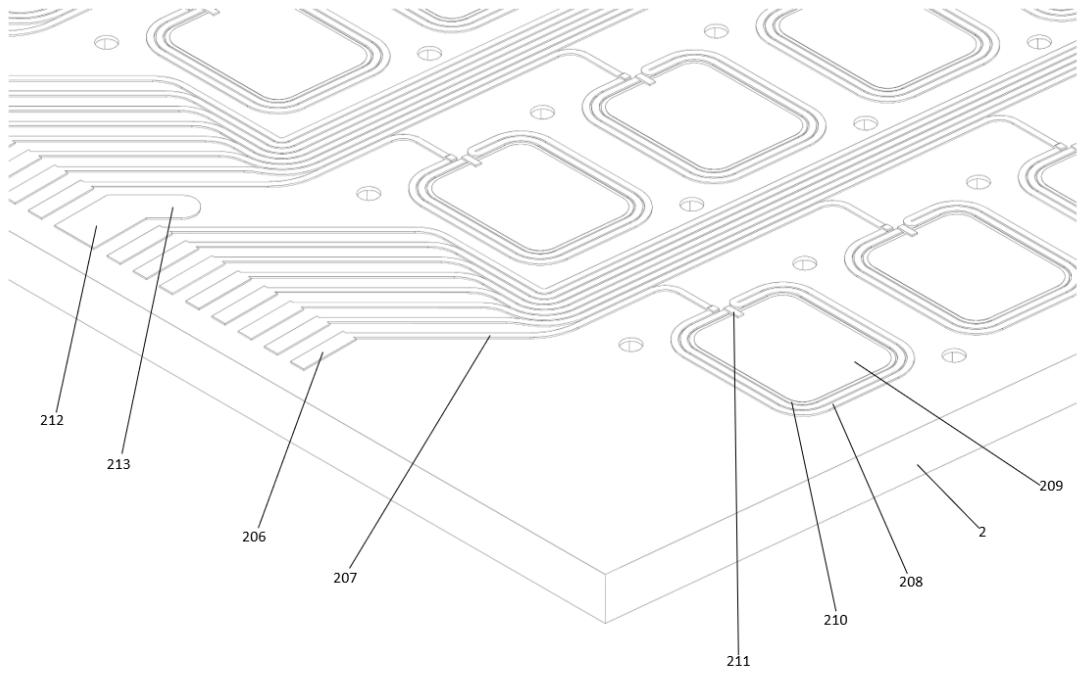
**FIG. 8**



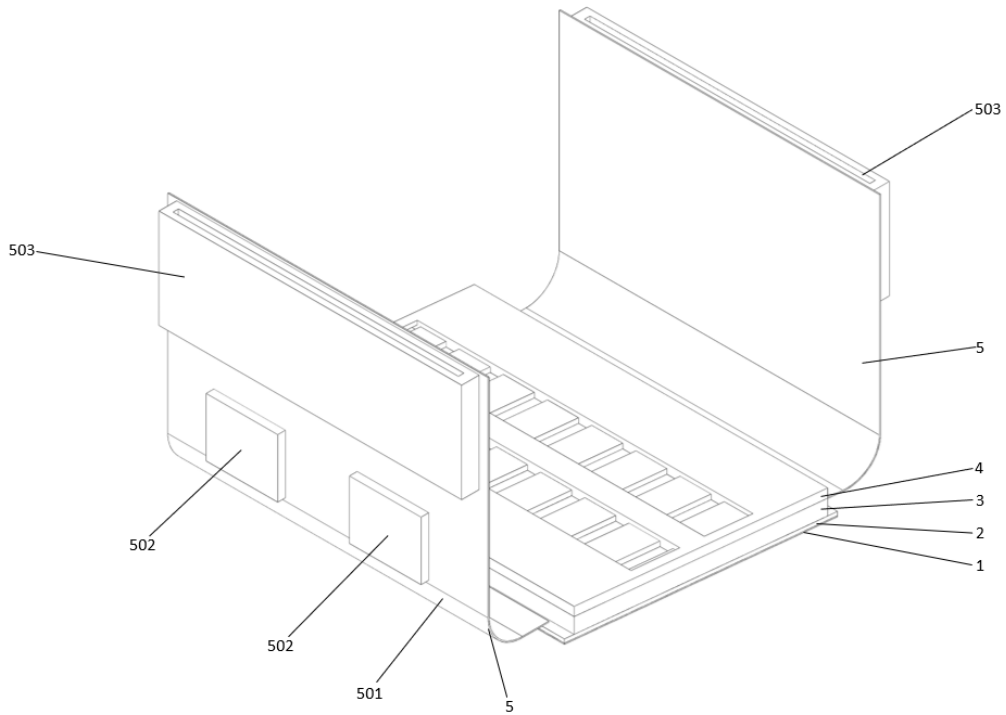
**FIG. 9**



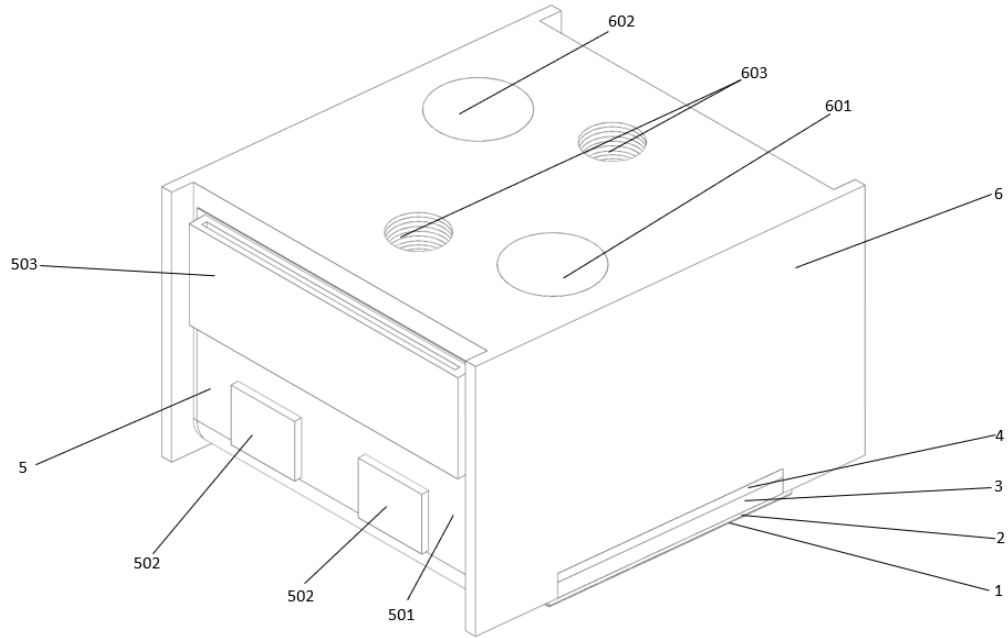
**FIG. 10**



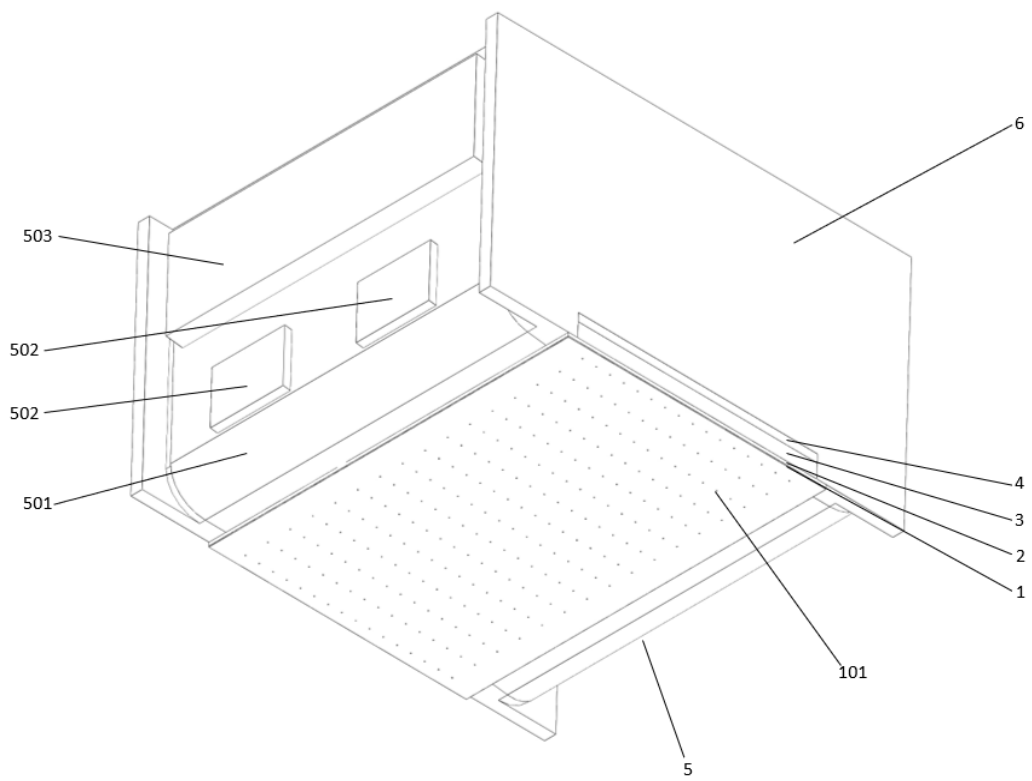
**FIG. 11**



**FIG. 12**



**FIG. 13**



**FIG. 14**



- ②① N.º solicitud: 202131099  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.11.2021  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. ci.: **B41J2/16** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y A	US 2020079088 A1 (MIZUNO TAISUKE) 12/03/2020, párrafos [0037 - 0059]; figuras.	1-3, 5 4, 6-12
Y	EP 3431295 A1 (ST MICROELECTRONICS SRL) 23/01/2019, párrafos [0024 - 0026]; figuras.	1-3, 5
A	WO 2014133516 A1 (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO) 04/09/2014, párrafos [0023 - 0029]; figuras.	1-12
A	EP 2860150 A1 (OCE TECH BV CANON PRODUCTION PRINTING NETHERLANDS B V) 15/04/2015, párrafos [0019 - 0033]; figuras.	1-12
A	US 2008180490 A1 (MURATA MICHIAKI) 31/07/2008, párrafos [0038 - 0070]; figuras.	1-12
A	WO 2018065744 A1 (XAAR TECHNOLOGY LTD et al.) 12/04/2018, todo el documento.	1-12
A	US 5889539 A (KAMOI KAZUMI et al.) 30/03/1999, columna 3, línea 61 - columna 12, línea 17; figuras.	1-12
A	US 4584590 A (FISCHBECK KENNETH H et al.) 22/04/1986, todo el documento.	1-12

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
10.03.2022

Examinador  
G. Villarroel Álvaro

Página  
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B41J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC