

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 221**

51 Int. Cl.:

**B41J 2/045** (2006.01)

**B41J 2/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.02.2019 PCT/US2019/016836**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2020 WO20162924**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.02.2019 E 19708199 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024 EP 3710261**

54 Título: **Troquel para un cabezal de impresión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.11.2024**

73 Titular/es:

**HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT  
COMPANY, L.P. (100.0%)  
10300 Energy Drive  
Spring, TX 77389, US**

72 Inventor/es:

**GARDNER, JAMES MICHEAL;  
FULLER, ANTHONY M.;  
CUMBIE, MICHAEL W. y  
LINN, SCOTT A.**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 985 221 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

Troquel para un cabezal de impresión

5 **Antecedentes**

Un sistema de impresión, como un ejemplo de un sistema de eyección de fluidos, puede incluir un cabezal de impresión, un suministro de tinta que suministra tinta líquida al cabezal de impresión, y un controlador electrónico que controla el cabezal de impresión. El cabezal de impresión expulsa gotas de fluido de impresión a través de una pluralidad de boquillas u orificios sobre un medio de impresión. Los fluidos de impresión adecuados pueden incluir tintas y agentes para impresión bidimensional o tridimensional. Los cabezales de impresión pueden incluir cabezales de impresión térmicos o piezoeléctricos que se fabrican en placas o troqueles de circuitos integrados. La electrónica de accionamiento y las características de control se fabrican primero, luego se agregan las columnas de resistencias calefactoras, y finalmente, se agregan las capas estructurales, por ejemplo, formadas a partir de epoxi con foto imagen, y se procesan para formar eyectores de microfluídicos o generadores de gotas. En algunos ejemplos, los eyectores microfluídicos están dispuestos en al menos una columna o matriz de tal manera que la eyección de tinta de los orificios secuenciada adecuadamente hace que se impriman caracteres u otras imágenes en el medio de impresión a medida que el cabezal de impresión y el medio de impresión se mueven uno respecto al otro. El documento US-2016193837 describe un cabezal de impresión que comprende un sustrato y un transistor controlador que se divide en porciones. El documento US-2018/029357 describe un cabezal de impresión que comprende un sustrato con elementos de calor y circuitos de accionamiento apilados. El documento US-2006/243701 describe un cabezal de descarga de líquido que incluye una pluralidad de elementos generadores de energía, una pluralidad de puertos de descarga y un paso individual formado sobre el sustrato.

25 **Breve descripción de los dibujos**

Ciertos ejemplos se describen en la siguiente descripción detallada y en referencia a los dibujos, en los que:

La Figura 1A es una vista de un ejemplo de un troquel usado para un cabezal de impresión;

30 La Figura 1B es una vista ampliada de una porción del troquel;

La Figura 2A es una vista de un ejemplo de un troquel usado para un cabezal de impresión;

La Figura 2B es una vista ampliada de una porción del troquel;

35 La Figura 3A es un dibujo de un ejemplo de un cabezal de impresión formado a partir de un troquel negro que está montado en un compuesto de encapsulado;

La Figura 3B es un dibujo de un ejemplo de un cabezal de impresión formado mediante el uso de troqueles de color, que pueden usarse para tres colores de tinta;

40 de una micrografía electrónica de la sección entre dos orificios de alimentación de fluido;

La Figura 3C muestra vistas en sección transversal de los cabezales de impresión que incluyen los troqueles montados a través de secciones sólidas y secciones pasantes que tienen orificios de alimentación de fluido;

45 La Figura 4 es un cartucho de impresora que incorpora los troqueles de color descritos con respecto a la Figura 3B;

La Figura 5 es un dibujo de una porción de un ejemplo de un troquel de color que muestra las capas utilizadas para formar el troquel de color;

50 Las Figuras 6A y 6B son dibujos del troquel de color que muestran una vista en primer plano de un ejemplo de una traza de polisilicio que conecta el circuito lógico del troquel de color a los FET en el lado de potencia del troquel de color;

55 Las Figuras 7A y 7B son dibujos del troquel de color que muestran vistas en primer plano de las trazas entre los orificios de alimentación de fluido;

Las Figuras 8A y 8B son dibujos

60 La Figura 9 es un diagrama de flujo del proceso de un ejemplo de un método para formar un troquel;

La Figura 10 es un diagrama de flujo del proceso de un ejemplo de un método para formar componentes en un troquel usando una pluralidad de capas;

65 La Figura 11 es un diagrama de flujo de proceso de un ejemplo de un método para formar circuitos en un troquel con circuitos de acoplamiento de trazas en cada lado del troquel;

La Figura 12 es un diagrama esquemático de un ejemplo de un conjunto de cuatro primitivas, denominado primitiva cuádruple;

5 La Figura 13 es un dibujo de un ejemplo de una disposición de los circuitos digitales, que muestra la simplificación que puede lograrse mediante un único conjunto de circuitos de boquillas;

La Figura 14 es un dibujo de un ejemplo de un troquel negro, que muestra el impacto del enrutamiento de ranuras cruzadas sobre la potencia y el enrutamiento de potencia;

10 La Figura 15 es un dibujo de un ejemplo de un plano de planta de circuito para un troquel de color;

La Figura 16 es otro dibujo de un ejemplo de un troquel de color;

15 La Figura 17 es un dibujo de un ejemplo de un troquel de color que muestra una estructura repetitiva;

La Figura 18 es un dibujo de un ejemplo de un troquel negro que muestra una estructura general del troquel;

20 La Figura 19 es un dibujo de un ejemplo de un troquel negro que muestra una estructura repetitiva;

La Figura 20 es un dibujo de un ejemplo de un troquel negro que muestra un sistema para la detección de grietas;

25 La Figura 21 es una vista ampliada de un ejemplo de un orificio de alimentación de fluido de un troquel negro que muestra la traza de detección de grietas enrutado alrededor del orificio de alimentación de fluido; e

La Figura 22 es un diagrama de flujo del proceso de un ejemplo de un método para formar una traza de detección de grietas.

#### **Descripción detallada de ejemplos específicos**

30 Los cabezales de impresión se forman usando un troquel que tiene actuadores fluídicos, tal como eyectores microfluídicos y bombas microfluídicas. Los actuadores fluídicos se pueden basar en tecnologías térmicas o piezoeléctricas y se forman utilizando piezas largas y estrechas de silicio, denominadas en la presente descripción troqueles. Como se usa en la presente descripción, un actuador fluídico es un dispositivo en un troquel que fuerza un fluido a salir de una cámara e incluye la cámara y las estructuras asociadas. En los ejemplos descritos en la presente descripción, un tipo de accionador fluídico, un eyector microfluídico, se usa como eyector de gotas o boquilla en un troquel usado para imprimir y otras aplicaciones. Por ejemplo, los cabezales de impresión pueden usarse como dispositivos de eyección de fluidos en aplicaciones de impresión bidimensionales y tridimensionales y otros sistemas de dispensación de fluidos de alta precisión que incluyen aplicaciones farmacéuticas, de laboratorio, médicas, de ciencias biológicas y forenses.

40 El coste de los cabezales de impresión a menudo se determina por la cantidad de silicio usado en los troqueles, ya que el coste del troquel y el proceso de fabricación aumentan con la cantidad total de silicio usado en un troquel. En consecuencia, pueden formarse cabezales de impresión de menor coste moviendo la funcionalidad del troquel a otros circuitos integrados, lo que permite troqueles más pequeños.

45 Muchos troqueles de corriente tienen una ranura de alimentación de tinta en el medio del troquel para llevar tinta a los actuadores fluídicos. La ranura de alimentación de tinta generalmente proporciona una barrera para transportar señales de un lado de un troquel a otro lado de un troquel, lo que a menudo requiere circuitos duplicados en cada lado del troquel, aumentando aún más el tamaño del troquel. En esta disposición, los actuadores fluídicos en un lado de la ranura, que puede denominarse izquierda u oeste, tienen circuitos de bus de potencia y direccionamiento independientes de los actuadores fluídicos en el lado opuesto de la ranura de alimentación de tinta, que puede denominarse derecha o este.

50 Los ejemplos descritos en la presente descripción proporcionan un nuevo enfoque para proporcionar fluido a los actuadores fluídicos de los eyectores de gotas. En este enfoque, la ranura de alimentación de tinta se reemplaza con una matriz de orificios de alimentación de fluido dispuestos a lo largo del troquel, cerca de actuadores fluídicos. La matriz de orificios de alimentación de fluido dispuestos a lo largo del troquel puede denominarse en la presente descripción zona de alimentación. Como resultado, las señales pueden enrutarse a través de la zona de alimentación, entre los orificios de alimentación de fluido, por ejemplo, desde el circuito lógico localizado en un lado de los orificios de alimentación de fluido a los circuitos de potencia de impresión, como los transistores de efecto de campo (FET), localizado en el lado opuesto de los orificios de alimentación de fluido. Esto se denomina en la presente descripción enrutamiento entre ranuras. El circuito para enrutar las señales incluye trazas proporcionadas en capas entre los orificios de alimentación de fluido o tinta adyacentes.

60 Como se usa en la presente descripción, un primer lado del troquel y un segundo lado del troquel indican los bordes largos del troquel que están alineados con los orificios de alimentación de fluido, que se colocan cerca o en el centro del troquel. Además, como se usa en la presente descripción, los actuadores fluídicos están localizados en una cara frontal del troquel, y la tinta o el fluido se alimentan a los orificios de alimentación de fluido desde una ranura en la cara posterior del troquel. En

consecuencia, el ancho del troquel se mide desde el borde del primer lado del troquel hasta el borde del segundo lado del troquel. De manera similar, el grosor del troquel se mide desde la cara frontal del troquel hasta la cara posterior del troquel.

5 El enrutamiento de ranuras cruzadas permite la eliminación de circuitos duplicados en el troquel, lo que puede disminuir el ancho del troquel, por ejemplo, en 150 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) o más. En algunos ejemplos, esto puede proporcionar un troquel con un ancho de aproximadamente 450  $\mu\text{m}$  o aproximadamente 360  $\mu\text{m}$  o menos. En algunos ejemplos, la eliminación de circuitos duplicados mediante el enrutamiento entre ranuras puede usarse para aumentar el tamaño de los circuitos en el troquel, por ejemplo, para mejorar el rendimiento en aplicaciones de mayor valor. En estos ejemplos, los FET de potencia, las trazas de circuito, las trazas de potencia y similares pueden aumentar de tamaño. Esto puede proporcionar troqueles que sean capaces de obtener gotas de mayor peso. En consecuencia, en algunos ejemplos, los troqueles pueden ser de 10 menos de aproximadamente 500  $\mu\text{m}$ , o menos de aproximadamente 750  $\mu\text{m}$ , o menos de aproximadamente 1000  $\mu\text{m}$ .

15 El grosor del troquel desde la cara delantera hasta la cara trasera también se reduce por las eficiencias obtenidas con el uso de los orificios de alimentación de fluido. Los troqueles anteriores que usan ranuras de alimentación de tinta pueden ser mayores de aproximadamente 675  $\mu\text{m}$ , mientras que los troqueles que usan los orificios de alimentación de fluido pueden ser menores de aproximadamente 400  $\mu\text{m}$  de grosor. La longitud de los troqueles puede ser de aproximadamente 10 milímetros (mm), de aproximadamente 20 mm o de aproximadamente 20 mm, en dependencia del número de actuadores fluidicos usados para el diseño. La longitud de los troqueles incluye el espacio en cada extremo del troquel para el circuito, en consecuencia, los actuadores fluidicos ocupan una porción de la longitud del troquel. Por ejemplo, para un troquel negro de aproximadamente 20 mm de longitud, los actuadores fluidicos pueden ocupar aproximadamente 20 13 mm, que es la longitud de la franja. Una longitud de franja es el ancho de la banda de impresión, o expulsión de fluido, formada cuando un cabezal de impresión se mueve a través de un medio de impresión.

25 Además, permite la colocación de dispositivos similares para aumentar la eficiencia y el diseño. El enrutamiento de ranuras cruzadas optimiza también el suministro de potencia al permitir que las columnas izquierda y derecha o zonas de actuadores fluidicos de múltiples actuadores fluidicos compartan los circuitos de enrutamiento de potencia y tierra. Un troquel más estrecho puede ser más frágil que un troquel más ancho. En consecuencia, el troquel puede montarse en un compuesto de encapsulado polimérico que tiene una ranura en el reverso para permitir que la tinta fluya a los orificios de alimentación de fluido. En algunos ejemplos, el compuesto de encapsulado es un epoxi, aunque puede ser un acrílico, un policarbonato, un sulfuro de polifenileno y similares. 30

El enrutamiento entre ranuras también permite la optimización del diseño del circuito. Por ejemplo, los dominios de alto y bajo voltaje pueden aislarse en lados opuestos de los orificios de alimentación de fluido, lo que permite mejoras en la confiabilidad y el factor de forma de los troqueles. La separación de los dominios de alta tensión y bajo voltaje puede disminuir o eliminar voltajes parásitos, diafonía y otros problemas que afectan la confiabilidad del troquel. Además, las unidades repetitivas que incluyen los circuitos lógicos, actuadores fluidicos, orificios de alimentación de fluido y circuitos de potencia para un conjunto de boquillas pueden diseñarse para proporcionar el paso deseado en un factor de forma muy estrecho. 35

Los orificios de alimentación de fluido colocados en una línea paralela a un eje longitudinal del troquel pueden hacer que el troquel sea más susceptible a daños por esfuerzos mecánicos. Por ejemplo, los orificios de alimentación de fluido pueden actuar como una serie de perforaciones que aumentan la posibilidad de que se desarrolle una grieta a través de los orificios de alimentación de fluido a lo largo del eje longitudinal del troquel. Para detectar grietas durante la fabricación, por ejemplo, antes del montaje en el compuesto de encapsulado, se puede colocar un circuito de detección de grietas alrededor de los orificios de alimentación de fluido en forma de serpentina. El circuito de detección de grietas puede ser una resistencia que se rompe si se forma una grieta, lo que hace que la resistencia pase de una primera resistencia, tal como cientos de kilohmios, a un circuito abierto. Esto puede reducir los costes de producción al identificar los troqueles rotos antes de completar el proceso de fabricación. 40 45

El troquel usado para un cabezal de impresión, como se describe en la presente descripción, usa resistencias para calentar fluidos en el actuador fluidico que provoca la expulsión de gotas por expansión térmica. Sin embargo, los troqueles no se limitan a actuadores fluidicos accionados térmicamente y pueden usar actuadores fluidicos piezoeléctricos que se alimentan desde orificios de alimentación de fluido. Como se describe en la presente descripción, el actuador fluidico incluye el impulsor y las estructuras asociadas, tales como la cámara de fluido y una boquilla para un eyector microfluidicos. 50

Además, el troquel puede usarse para formar actuadores fluidicos para otras aplicaciones además de un cabezal de impresión, tal como bombas microfluidicas, usadas en instrumentación analítica. En este ejemplo, los actuadores fluidicos pueden alimentarse con soluciones de prueba u otros fluidos, en lugar de tinta, desde los orificios de alimentación de fluidos. En consecuencia, en varios ejemplos, los orificios de alimentación de fluido y las tintas pueden usarse para proporcionar materiales fluidicos que pueden ser eyectados o bombeados por la expulsión de gotitas por expansión térmica o activación piezoeléctrica. 55 60

La Figura 1A es una vista de un ejemplo de un troquel 100 usado para un cabezal de impresión. El troquel 100 incluye todos los circuitos para operar los actuadores fluidicos 102 en ambos lados de una ranura de alimentación de fluidos 104. En consecuencia, todas las conexiones eléctricas se llevan a cabo en las almohadillas 106 localizadas en cada extremo del troquel 100. Como resultado, el ancho 108 del troquel es de aproximadamente 1500  $\mu\text{m}$ . La Figura 1B es una vista 65

ampliada de una porción del troquel 100. Como puede verse en esta vista ampliada, la ranura de alimentación de fluidos 104 ocupa una cantidad sustancial de espacio en el centro del troquel 100, aumentando el ancho 108 del troquel 100.

La Figura 2A es una vista de un ejemplo de un troquel 200 usado para un cabezal de impresión. La Figura 2B es una vista en sección transversal ampliada de una porción del troquel 200. En comparación con el troquel 100 de la Figura 1A, el diseño del troquel 200 permite que una porción del circuito de activación pase a un circuito integrado secundario o al circuito integrado de aplicación específica (ASIC) 202.

Contrario a la ranura de alimentación de fluido 104 del troquel 100, el troquel 200 usa orificios de alimentación de fluido 204 para proporcionar fluido, tal como tintas, a los actuadores fluidicos 206 para su expulsión mediante resistencias térmicas 208. Como se describe en la presente descripción, el enrutamiento de ranuras cruzadas permite enrutar los circuitos a lo largo de los puentes de silicio 210 entre los orificios de alimentación 204 de fluido y a través del eje longitudinal 212 del troquel 200. Esto permite que el ancho 214 del troquel 200 se reduzca sustancialmente con respecto a diseños anteriores que no tenían los orificios de alimentación de fluido 204.

La disminución del ancho 214 del troquel 200 reduce los costes sustancialmente, por ejemplo, al disminuir la cantidad de silicio en el sustrato del troquel 200. Además, la distribución de circuitos y funciones entre el troquel y el ASIC 202 permite reducciones adicionales en el ancho 214. Como se describe en la presente descripción, el troquel 200 también incluye circuitos de sensores para operaciones y diagnósticos. En algunos ejemplos, el troquel 200 incluye sensores térmicos 216, por ejemplo, colocados a lo largo del eje longitudinal del troquel cerca de un extremo del troquel, en el medio del troquel y cerca del extremo opuesto del troquel.

Las Figuras 3A a 3C son dibujos de la formación de un cabezal de impresión 300 mediante el montaje de troqueles 302 o 304 en un soporte polimérico 310 formado a partir de un compuesto de encapsulado. Los troqueles 302 y 304 son demasiado estrechos para unirlos a los cuerpos de las plumas o enrutar de manera fluida el fluido desde los depósitos. En consecuencia, los troqueles 302 y 304 se montan en un soporte polimérico 310 formado a partir de un compuesto de encapsulado, tal como un material epoxi, entre otros. El soporte polimérico 310 del cabezal de impresión 300 tiene ranuras 314 que proporcionan una región abierta para permitir que el fluido fluya desde el depósito a los orificios de alimentación de fluido 204 en los troqueles 302 y 304.

La Figura 3A es un dibujo de un ejemplo de un cabezal de impresión 300 formado de un troquel negro 302 que está montado en un compuesto de encapsulado. En el troquel negro 302 de la Figura 3A, son visibles dos líneas de boquillas 320, en donde cada grupo de dos boquillas alternas 320 se alimentan desde uno de los orificios de alimentación de fluido 204 a lo largo del troquel negro 302. Cada una de las boquillas 320 es una abertura a una cámara de fluido por encima de una resistencia térmica. El accionamiento de la resistencia térmica fuerza al fluido a salir a través de las boquillas 320, por lo tanto, cada combinación de cámara de fluido de la resistencia térmica y boquilla representa un actuador fluido, específicamente, un eyector microfluidico. Puede observarse que los orificios de alimentación de fluido 204 no están aislados entre sí, lo que permite que el fluido fluya desde los orificios de alimentación de fluido 204 a los orificios de alimentación de fluido 204 cercanos, proporcionando un caudal más alto para las boquillas activas.

La Figura 3B es un dibujo de un ejemplo de un cabezal de impresión 300 formado mediante el uso de troqueles de color 304, que pueden usarse para tres colores de tinta. Por ejemplo, puede usarse un troquel de color 304 para una tinta cian, puede usarse otro troquel de color 304 para una tinta magenta, y puede usarse un último troquel de color 304 para una tinta amarilla. Cada una de las tintas se alimentará a la ranura asociada 314 de los troqueles de color 304 desde un depósito de tinta de color independiente. Aunque este dibujo muestra sólo tres de los troqueles de color 304 en la montura, puede incluirse un cuarto troquel, tal como un troquel negro 302, para formar un troquel CMYK. De manera similar, pueden usarse otras configuraciones de troquel.

La Figura 3C muestra vistas en sección transversal de los cabezales de impresión 300 que incluyen los troqueles montados 302 o 304 a través de las secciones sólidas 322 y las secciones pasantes 324 que tienen orificios de alimentación de fluido 318. Esto muestra que los orificios de alimentación de fluido 318 están acoplados a las ranuras 314 para permitir que la tinta fluya desde las ranuras 314 a través de los troqueles montados 302 y 304. Como se describe en la presente descripción, las estructuras de las Figuras 3A a 3C no se limitan a tintas, sino que pueden usarse para proporcionar otros fluidos a los actuadores fluidicos en los troqueles.

La Figura 4 es un ejemplo de un cartucho de impresora 400 que incorpora los troqueles de color 304 descrito con respecto a la Figura 3B. Los troqueles de color 304 montados forman una almohadilla 402. Como se describe en la presente descripción, la almohadilla 402 incluye los troqueles de silicio multicolores y el compuesto de montaje polimérico, tal como un compuesto de encapsulado epoxi. El alojamiento 404 contiene el depósito de tinta usado para alimentar los troqueles de color 304 montados en la almohadilla 402. Una conexión flexible 406, como un circuito flexible, sostiene los contactos de la impresora, o almohadillas, 408 que se usan para interactuar con el cartucho de impresora 400. El diseño de circuito diferente descrito en la presente descripción permite que se usen menos almohadillas 408 en el cartucho de impresora 400 en comparación con los cartuchos de impresora anteriores.

La Figura 5 es un dibujo de una porción 500 de un troquel de color 304 que muestra las capas 502, 504 y 506 utilizadas para formar el troquel de color 304. Los elementos numerados similares se describen con respecto a la Figura 2. Los

materiales utilizados para hacer las capas incluyen polisilicio, aluminio-cobre (AlCu), tantalio (Ta), oro (Au), dopaje de implantes (Nwell, Pwell, etc.). En el dibujo, la capa 502 muestra el enrutamiento de capas, o trazas de polisilicio, 508 desde el circuito lógico 510 del troquel de color 304 entre los orificios de alimentación de fluido 204 a los transistores de efecto de campo (FET) que forman el circuito de potencia 512 del troquel de color 304 (parcialmente mostrado en el dibujo). Esto permite energización de los FET para accionar las resistencias térmicas de chorro de tinta (TIJ) 514 que alimentan los actuadores fluidicos para forzar el líquido fuera de la cámara por encima de la resistencia térmica. Las capas adicionales 516 y 518, que pueden incluir metal 1 504 y metal 2 506, se utilizan como retornos de potencia a tierra para la corriente a las resistencias TIJ 514. También puede observarse que el troquel de color 304 que se muestra en la Figura 5 son las resistencias TIJ 514 colocadas solo en un lado de los orificios de alimentación de fluido 204, que alterna entre gotas de alto peso (HWD) y gotas de bajo peso (LWD) para proporcionar diferentes tamaños de gota para aumentar la precisión de la gota. Para controlar los pesos de caída, las resistencias TIJ 514, y las estructuras asociadas, para la HWD son más grandes que las resistencias TIJ 514 utilizadas para la LWD, como se describe más adelante con respecto a la Figura 15. Como se describe en la presente descripción, las estructuras asociadas en el actuador fluidoico incluyen una cámara de fluido y una boquilla para un eyector microfluidico. En un troquel negro 302, las resistencias TIJ 514 y las estructuras asociadas son del mismo tamaño y se alternan entre cada lado de los orificios de alimentación de fluido 204.

Las Figuras 6A y 6B son dibujos del troquel de color 304 que muestran una vista en primer plano de un trazo 602 que conecta el circuito lógico 510 del troquel de color 304 a los FET 604 en el circuito de potencia 512 del troquel de color 304. Los elementos numerados similares son los descritos con respecto a las Figuras 2, 3 y 5. Los conductores están apilados para permitir múltiples conexiones entre los lados izquierdo y derecho de la matriz 608 de los orificios de alimentación de fluido 204. En ejemplos, la fabricación se realiza utilizando tecnología complementaria de semiconductores metal-óxido, en donde las capas conductoras, tales como la capa de polisilicio, la primera capa de metal, la segunda capa de metal y similares, están separadas por un dieléctrico que permite apilarlas sin interferencias eléctricas, tales como diafonía. Esto se describe con más detalle con respecto a las Figuras 7 y 8.

Las Figuras 7A y 7B son dibujos del troquel de color 304 que muestran vistas en primer plano de las trazas entre los orificios de alimentación de fluido 204. Los elementos con números similares son tal como se describieron con respecto a las Figuras 2 y 5. La Figura 7A es una vista de dos orificios de alimentación de fluido 204, mientras que la Figura 7B es una vista ampliada de la sección mostrada por la línea 702. En esta vista de las diferentes capas entre los orificios de alimentación de fluido 204, se puede ver que se incluye una capa de tantalio 704. Además, se muestran las capas descritas con respecto a la Figura 5, que incluyen la capa de polisilicio 508, la capa 516 de metal 1 y la capa 518 de metal 2. En algunos ejemplos, como se describe con respecto a las Figuras 20 y 21, se puede usar 1 de las trazas de polisilicio 508 para proporcionar un detector de grietas incrustado para el troquel de color 304. Las capas 508, 516 y 518 están separadas por un dieléctrico para proporcionar aislamiento, como se describe más adelante con respecto a las Figuras 8A y 8B. Se debe señalar que, aunque las Figuras 6A, 6B, 7A y 7B muestran el troquel de color 304, se utilizan las mismas características de diseño en el troquel negro 302.

Las Figuras 8A y 8B son dibujos de una micrografía electrónica de la sección entre dos orificios de alimentación de fluido 204 del troquel de color 304. Los elementos con números similares son tal como se describieron con respecto a las Figuras 2, 3 y 5. La capa superior en esta estructura es un cebador SU-8 802, que se usa para formar la cubierta final sobre el circuito, incluidas las boquillas 320 para el troquel de color 304. Sin embargo, las mismas capas pueden estar presentes entre los orificios de alimentación de fluido 204 en un troquel negro 302.

La Figura 8B es una sección transversal 804 entre dos orificios de alimentación de fluido 204 del troquel de color 304. Como se muestra en la Figura 8B, los orificios de alimentación de fluido 204 están grabados a través de una capa de silicio 806, que funciona como un sustrato, dejando un puente que conecta los dos lados del troquel de color 304. Se depositan varias capas encima de la capa de silicio 806. Un óxido de campo grueso, o capa FOX, 808 se deposita sobre la capa de silicio 806 para aislar las capas adicionales de la capa de silicio 806. Un larguero 810, formado del mismo material que el metal 1 516 se deposita a cada lado de la capa FOX 808.

En la parte superior de la capa FOX 808, las capas de polisilicio 508 se depositan, por ejemplo, para acoplar los circuitos lógicos en un lado del troquel 200 a los transistores de potencia en un lado opuesto del troquel 200. Otros usos de las capas de polisilicio 508 pueden incluir trazas de detección de grietas depositadas entre los orificios de alimentación de fluido 204, como se describe con respecto a las Figuras 20 y 21. El polisilicio, o silicio policristalino, es una forma de silicio policristalino de alta pureza. En los ejemplos, se deposita mediante deposición de vapor químico a baja presión de silano ( $\text{SiH}_4$ ). Las capas de polisilicio 508 pueden implantarse o doparse para formar materiales de pozo n y pozo p. Una primera capa dieléctrica 812 se deposita sobre las capas de polisilicio 508 como barrera de aislamiento. En un ejemplo, la primera capa dieléctrica 812 se forma a partir de vidrio de borofosfosilicato/orto silicato de tetraetilo (BPSG/TEOS), aunque pueden usarse otros materiales.

A continuación, se puede depositar una capa de metal 1 516 sobre la primera capa dieléctrica 812. En varios ejemplos, el metal 1 516 se forma a partir de nitruro de titanio (TiN), aleación de aluminio y cobre (AlCu) o nitruro de titanio/titanio (TiN/Ti), entre otros materiales, tales como el oro. Una segunda capa dieléctrica 814 se deposita sobre la capa de metal 1516 para proporcionar una barrera de aislamiento. En un ejemplo, la segunda capa dieléctrica 814 es una capa TEOS/TEOS formada por una deposición de vapor químico de plasma de alta densidad (HDP-TEOS/TEOS).

A continuación, puede depositarse una capa de metal 2 518 sobre la segunda capa dieléctrica 814. En varios ejemplos, el metal 2 518 se forma a partir de una aleación de nitruro de silicio y tungsteno (WSiN), una aleación de aluminio y cobre (AlCu) o nitruro de titanio/titanio (TiN/Ti), entre otros materiales, tales como el oro. A continuación, se deposita una capa de pasivación 816 encima del metal 2 518 para proporcionar una barrera de aislamiento. En un ejemplo, la capa de pasivación 816 es una capa de carburo de silicio/nitruro de silicio (SiC/SiN).

Se deposita una capa de tántalo (Ta) 818 encima de la capa de pasivación 816 y la segunda capa dieléctrica 814. La capa de tantalio 818 protege los componentes de la traza de la degradación causada por la exposición potencial a fluidos, como tintas. A continuación, se deposita una capa de SU-8 820 sobre el troquel 200 y se graba para formar las boquillas 320 y los canales de flujo 822 sobre el troquel 200. SU-8 es un fotorresistente negativo a base de epoxi, en el que las partes expuestas a la luz UV se reticulan, volviéndose resistentes al grabado con disolvente y plasma. Se pueden utilizar otros materiales además del SU-8 o en lugar del mismo. Los canales de flujo 822 están configurados para alimentar fluido desde los orificios de alimentación de fluido, o los orificios de alimentación de fluido 204, a las boquillas 320 o actuadores fluidicos. En cada uno de los canales de flujo 822, se forma un botón 824 o saliente en el SU-8 820 para bloquear las partículas en el fluido para que no entren en las cámaras de expulsión debajo de las boquillas 320. Se muestra un botón 826 en la sección transversal de la Figura 8B.

El apilamiento de conductores sobre la capa de silicio 806 entre los orificios de alimentación de fluido 204 aumenta las conexiones entre los lados izquierdo y derecho de la matriz de orificios de alimentación de fluido 204. Como se describe en la presente descripción, la capa de polisilicio 508, la capa de metal 1 516, la capa de metal 2 518 y similares, son todas capas conductoras únicas separadas por capas dieléctricas o aislantes, 812, 814 y 816, que permiten apilarlas. Dependiendo de la implementación del diseño, tal como el troquel de color 304 mostrado en las Figuras 8A y 8B, un detector de grietas y similares, las diversas capas se utilizan en diferentes combinaciones para formar las conexiones VPP, PGND y de control digital para accionar los FET y las resistencias TIJ.

La Figura 9 es un diagrama de flujo del proceso de un ejemplo de un método 900 para formar un troquel. El método 900 puede usarse para fabricar el troquel de color 304 usado como un troquel para impresoras a color, así como el troquel negro 302 usado para tintas negras y otros tipos de troqueles que incluyen actuadores fluidicos. El método 900 comienza en el bloque 902 con el grabado de los orificios de alimentación de fluido a través de un sustrato de silicio, a lo largo de una línea paralela a un eje longitudinal del sustrato. En algunos ejemplos, las capas se depositan primero, luego se realiza el grabado de los orificios de alimentación de fluido después de que se forman las capas.

En un ejemplo, se forma una capa de polímero fotorresistente, como SU-8, sobre una porción del troquel para proteger las áreas que no se van a grabar. El fotoprotector puede ser un fotoprotector negativo, que está reticulado por la luz, o un fotoprotector positivo, que se vuelve más soluble por la exposición a la luz. En un ejemplo, una máscara se expone a una fuente de luz UV para fijar partes de la capa protectora y las partes no expuestas a luz UV se eliminan. En este ejemplo, la máscara evita la reticulación de las partes de la capa protectora que cubren el área de los agujeros de alimentación de fluido.

En el bloque 904, se forma una pluralidad de capas sobre el sustrato para formar el troquel. Las capas pueden incluir el polisilicio, el dieléctrico sobre el polisilicio, el metal 1, el dieléctrico sobre el metal 1, el metal 2, la capa de pasivación sobre el metal 2 y la capa de tantalio encima. Como se describió anteriormente, el SU-8 puede colocarse en capas encima del troquel y modelarse para implementar los canales de flujo y boquillas. La formación de las capas puede realizarse mediante deposición química de vapor para depositar las capas seguido de grabado para eliminar las porciones que no se necesitan. Las técnicas de fabricación pueden ser la fabricación estándar usada para formar semiconductores metal-óxido complementarios (CMOS). Las capas que pueden formarse en el bloque 904 y la localización de los componentes se describen además con respecto a la Figura 10.

La Figura 10 es un diagrama de flujo del proceso de un ejemplo de un método 1000 para formar componentes en una matriz usando una pluralidad de capas. En un ejemplo, el método 1000 muestra detalles de las capas que pueden formarse en el bloque 904 de la Figura 9. El método comienza en el bloque 1002 con la formación de circuitos lógicos de potencia en el troquel. En el bloque 1004, los circuitos de línea de dirección, incluidas las líneas de dirección para grupos primitivos, como se describe con respecto a las Figuras 12 y 13, se forman en el troquel. En el bloque 1006, los circuitos lógicos de dirección, incluidos los circuitos de decodificación, como se describe con respecto a las Figuras 12 y 13, se forman en el troquel. En el bloque 1008, se forman circuitos de memoria en el troquel. En el bloque 1010 se forman circuitos de potencia en el troquel. En el bloque 1012, se forman líneas de potencia en el troquel. Los bloques que se muestran en la Figura 10 no deben considerarse secuenciales. Como resultará evidente para un experto en la técnica, las diversas líneas y circuitos se forman a través del troquel al mismo tiempo que se forman las diversas capas. Además, los procesos descritos con respecto a la Figura 10 pueden usarse para formar componentes en un troquel de color o un troquel en blanco y negro.

Como se describe en la presente descripción, el uso de los orificios de alimentación de fluido permite que los circuitos crucen el troquel en trazas formadas sobre silicio entre los orificios de alimentación de fluido. En consecuencia, los circuitos se pueden compartir entre cada lado del troquel, disminuyendo la cantidad total de circuitos necesarios en el troquel.

La Figura 11 es un diagrama de flujo del proceso de un ejemplo de un método 1100 para formar circuitos en un troquel con circuitos de acoplamiento de trazas en cada lado del troquel. Como se usa en la presente descripción, un primer lado del troquel y un segundo lado del troquel indican los bordes largos del troquel en alineación con los orificios de alimentación de

fluido colocados cerca o en el centro del troquel. El método 1100 comienza en el bloque 1102 con la formación de líneas de potencia lógicas a lo largo de un primer lado del troquel. Las líneas de potencia lógica son líneas de bajo voltaje que se utilizan para suministrar potencia a los circuitos lógicos, por ejemplo, a una tensión de aproximadamente 2 a aproximadamente 7 V, y líneas de tierra asociadas para los circuitos lógicos. En el bloque 1104, se forman circuitos lógicos de dirección a lo largo del primer lado del troquel. En el bloque 1106, se forman líneas de dirección a lo largo del primer lado del troquel. En el bloque 1108, se forman circuitos de memoria a lo largo del primer lado del troquel.

En el bloque 1110, los circuitos de potencia del eyector se forman a lo largo de un segundo lado del troquel. En algunos ejemplos, los circuitos de potencia del eyector incluyen transistores de efecto de campo (FET) y resistencias de chorro de tinta térmica (TIJ) que se utilizan para calentar un fluido para forzar el fluido a que se expulse desde una boquilla. En el bloque 1112, las líneas de potencia del circuito de potencia se forman a lo largo del segundo lado del troquel. Las líneas de potencia del circuito de potencia son líneas de potencia de alta tensión (Vpp) y líneas de retorno (P<sub>gnd</sub>) que se utilizan para suministrar potencia a los circuitos de potencia del eyector, por ejemplo, a una tensión de aproximadamente 25 a aproximadamente 35 V.

En el bloque 1114, se forman trazas que acoplan los circuitos lógicos a los circuitos de potencia, entre los orificios de alimentación de fluido. Como se describe en la presente descripción, las trazas pueden transportar señales desde circuitos lógicos localizados en el primer lado del troquel a circuitos de potencia en el segundo lado del troquel. Además, se pueden incluir trazas para realizar la detección de grietas entre los orificios de alimentación de fluido, como se describe en la presente descripción.

En troqueles en los que el circuito de la boquilla está separado por una ranura de alimentación de fluido central, se repiten circuitos lógicos, líneas de dirección y similares en cada lado de la ranura de alimentación de fluido central. Por el contrario, en troqueles formados utilizando los métodos de las Figuras 9 a 11 la capacidad de enrutar circuitos de un lado del troquel al otro lado del troquel elimina la necesidad de duplicar algunos circuitos en ambos lados del troquel. Esto se aclara al observar los circuitos de la estructura física en el troquel. En algunos ejemplos descritos en la presente descripción, las boquillas se agrupan en conjuntos direccionados individualmente, denominados primitivas, como se explica más detalladamente con respecto a la Figura 12.

La Figura 12 es un diagrama esquemático 1200 de un ejemplo de un conjunto de cuatro primitivas, denominado primitiva cuádruple. Para facilitar la explicación de las primitivas y el direccionamiento compartido, las primitivas a la derecha del diagrama esquemático 1200 están etiquetadas como este, por ejemplo, noreste (NE) y sureste (SE). Las primitivas a la izquierda del diagrama esquemático 1200 están etiquetadas como oeste, por ejemplo, noroeste (NW) y suroeste (SW). En este ejemplo, cada boquilla 1202 es disparada por un FET que se etiqueta como F<sub>x</sub>, donde x es de 1 a 32. El diagrama esquemático 1200 también muestra las resistencias TIJ, etiquetadas R<sub>x</sub>, donde x también es de 1 a 32, que corresponden a cada boquilla 1202. Aunque las boquillas se muestran a cada lado de la alimentación de fluido en el diagrama esquemático 1200, esta es una disposición virtual. En un troquel de color 304 formado usando las técnicas actuales, las boquillas 1202 estarían en el mismo lado de la alimentación de fluido.

En cada primitiva, NE, NO, SE y SO, se usan ocho direcciones, etiquetadas de 0 a 7, para seleccionar una boquilla para el disparo. En otros ejemplos, hay 16 direcciones por primitiva y 64 boquillas por primitiva cuádruple. Las direcciones son compartidas, en donde una dirección selecciona una boquilla en cada grupo. En este ejemplo, si se proporciona la dirección cuatro, entonces las boquillas 1204, activadas por los FET F<sub>9</sub>, F<sub>10</sub>, F<sub>25</sub> y F<sub>26</sub> se seleccionan para disparar.Cuál, si alguna, de estas boquillas 1204 dispara depende de selecciones primitivas separadas, que son únicas para cada primitiva. También se transmite una señal de disparo a cada primitiva. Una boquilla dentro de una primitiva se dispara cuando los datos de dirección transmitidos a esa primitiva seleccionan una boquilla para disparar, los datos cargados en esa primitiva indican que debería producirse el disparo para esa primitiva, y se envía una señal de disparo.

En algunos ejemplos, un paquete de datos de la boquilla, denominado en la presente descripción grupo de pulsos de disparo (FPG), incluye bits de inicio usados para identificar el inicio de un FPG, bits de dirección usados para seleccionar una boquilla 1202 en cada dato primitivo, datos de disparo para cada primitiva, datos usados para configurar los ajustes operativos y bits de parada de FPG usados para identificar el final de un FPG. Una vez que se ha cargado un FPG, se envía una señal de disparo a todos los grupos de primitivas que dispararán todas las boquillas direccionadas. Por ejemplo, para disparar todas las boquillas en el cabezal de impresión, se envía un FPG para cada valor de dirección, junto con una activación de todas las primitivas en el cabezal de impresión. Por lo tanto, se emitirán ocho FPG, cada uno asociado con una dirección única 0-7. El direccionamiento que se muestra en el diagrama esquemático 1200 puede modificarse para direccionar los problemas de diafonía fluidica, calidad de imagen y limitaciones de suministro de potencia. El FPG también puede usarse para escribir un elemento de memoria no volátil asociado con cada boquilla, por ejemplo, en lugar de disparar la boquilla.

Una región central de alimentación de fluido 1206 puede incluir orificios de alimentación de fluido o una ranura de alimentación de fluido. Sin embargo, si la región central de alimentación de tinta 1206 es una ranura de alimentación de fluido, los circuitos lógicos y las líneas de direccionamiento, tales como las tres líneas de dirección en este ejemplo que se usan, proporcionan las direcciones 0-7 para seleccionar una boquilla para disparar cada primitiva, se duplican, ya que las trazas no pueden cruzar la región central de alimentación de tinta 1206. Sin embargo, si la región 1206 central de alimentación de fluido se forma por orificios de alimentación de fluido, cada lado puede compartir un sistema de circuitos, simplificando la lógica.

Aunque las boquillas 1202 en las primitivas descritas en la Figura 12 se muestran en lados opuestos del troquel, por ejemplo, en cada lado de la región central de alimentación de fluido 1206, esta es una disposición virtual. La localización de las boquillas 1202 en relación con la región central de alimentación de tinta 1206 depende del diseño del troquel, como se describe en las siguientes figuras. En un ejemplo, un troquel negro 302 tiene boquillas escalonadas a cada lado del orificio de alimentación de fluido, en donde las boquillas escalonadas son del mismo tamaño. En otro ejemplo, un troquel de color 304 tiene una línea de boquillas en una línea paralela a un eje longitudinal del troquel, en donde el tamaño de las boquillas en la línea de boquillas alterna entre boquillas más grandes y boquillas más pequeñas.

La Figura 13 es un dibujo de un ejemplo de un diseño 1300 de los circuitos digitales, que muestra la simplificación que puede lograrse mediante un único conjunto de circuitos de boquillas. El diseño 1300 puede usarse para el troquel negro 302 o el troquel de color 304. En el diseño 1300, un bus de potencia digital 1302 proporciona potencia y tierra a todos los circuitos lógicos. Un bus de señales digitales 1304 proporciona líneas de dirección, líneas de selección primitivas y otras líneas lógicas a los circuitos lógicos. En este ejemplo, se muestra un bus de detección 1306. El bus de detección 1306 es un bus analógico compartido o multiplexado que transporta señales de sensor, que incluyen, por ejemplo, señales de sensores de temperatura y similares. El bus de detección 1306 también se puede utilizar para leer los elementos de memoria no volátiles.

En este ejemplo, los circuitos lógicos 1308 para las primitivas tanto en el lado este como en el oeste del troquel comparten el acceso al bus de potencia digital 1302, al bus de señales digitales 1304 y al bus de detección 1306. Además, la decodificación de direcciones puede realizarse en un solo circuito lógico para un grupo de primitivas 1310, como las primitivas NW y NE. Como resultado, se reduce los circuitos totales requeridos para el troquel.

La Figura 14 es un dibujo de un ejemplo de un troquel negro 302, que muestra el impacto del enrutamiento de ranuras cruzadas sobre el enrutamiento de potencia y de potencia. Los elementos con números similares son tal como se describieron con respecto a las Figuras 2 y 6. Como se muestra un troquel negro 302 en este ejemplo, las resistencias TIJ están a cada lado de los orificios de alimentación de fluido 204. Se usaría una estructura similar en un troquel de color 304, aunque las resistencias TIJ estarían en un solo lado de los orificios de alimentación de fluido 204 y alternarían en tamaño. La conexión de las correas de alimentación 1402 a través de las nervaduras de silicio 1404 entre los orificios de alimentación de fluido 204 aumenta el ancho efectivo del bus de potencia para suministrar corriente a las resistencias TIJ. En soluciones anteriores que utilizan una ranura para la alimentación de tinta, el enrutamiento de potencia de la columna derecha e izquierda no puede contribuir a la otra columna. Además, el uso de capas de metal 1 y metal 2 como un plano de potencia que se extiende entre los orificios de alimentación de fluido permite que la columna izquierda (este) y la columna derecha (oeste) de las boquillas compartan una tierra común y el bus de suministro. Las trazas 602 que conectan el circuito lógico 510 del troquel negro 302 a los FET 604 en el circuito de potencia 512 del troquel negro 302 también son visibles en el dibujo.

La Figura 15 es un dibujo de un ejemplo de un plano de planta de circuito que ilustra una serie de zonas de troquel para un troquel de color 304. Los elementos con números similares son tal como se describieron con respecto a las Figuras 2, 3 y 5. En el troquel de color 304, un bus 1502 lleva líneas de control, líneas de datos, líneas de dirección y líneas de potencia para el circuito lógico primitivo 1504, incluida una zona de potencia lógica que incluye una línea de potencia lógica común (Vdd) y una línea de tierra lógica común (Lgnd) para proporcionar una tensión de suministro de aproximadamente 5 V para circuitos lógicos. El bus 1502 también incluye una zona de línea de dirección que incluye líneas de dirección utilizadas para indicar una dirección para una boquilla en cada grupo primitivo de boquillas. En consecuencia, el grupo primitivo es un grupo o subconjunto de actuadores fluidicos de los actuadores fluidicos en el troquel de color 304.

Una zona lógica de direcciones incluye circuitos de línea de direcciones, tales como el sistema de circuitos 1504 lógicos primitivos y el sistema de circuitos 1506 de decodificación. El circuito lógico primitivo 1504 acopla las líneas de dirección al circuito de decodificación 1506 para seleccionar una boquilla en un grupo primitivo. El sistema de circuitos 1504 lógicos primitivos también almacena bits de datos cargados en la primitiva sobre las líneas de datos. Los bits de datos incluyen los valores de dirección para las líneas de dirección y un bit asociado con cada primitivo que selecciona si ese primitivo dispara una boquilla direccionada o guarda datos.

El circuito de decodificación 1506 selecciona una boquilla para disparar o selecciona un elemento de memoria en una zona de memoria que incluye elementos de memoria no volátiles 1508, para recibir los datos. Cuando se recibe una señal de disparo a través de las líneas de datos en el bus 1502, los datos se almacenan en un elemento de memoria en los elementos de memoria no volátiles 1508 o se usan para activar un FET 1510 o 1512 en una zona de circuitos de potencia en el circuito de potencia 512 del troquel de color 304. La activación de un FET 1510 o 1512 proporciona potencia a una resistencia TIJ correspondiente 1516 o 1518 desde un bus de potencia compartida (Vpp) 1514. En este ejemplo, las trazas incluyen circuitos de potencia para alimentar las resistencias TIJ 1516 o 1518. Se puede utilizar otro bus de potencia compartida 1520 para proporcionar una conexión a tierra para los FET 1510 y 1512. En algunos ejemplos, el bus Vpp 1514 y el segundo bus 1520 de potencia compartido pueden invertirse.

Una zona de alimentación de fluido incluye los orificios de alimentación de fluido 204 y las trazas entre los orificios de alimentación de fluido 204. Para el troquel de color 304, pueden usarse dos tamaños de gotas, cada una de las cuales es expulsada por resistencias térmicas asociadas con cada boquilla. Puede expulsarse una gota de alto peso (HWD) usando una resistencia 1516 TIJ más grande. Puede expulsarse una gota de bajo peso (LWD) usando una resistencia

1518 TIJ más pequeña. Eléctricamente, las boquillas HWD están en la primera columna, por ejemplo, oeste, como se describe con respecto a las Figuras 12 y 13. Las boquillas LWD están acopladas eléctricamente en una segunda columna, por ejemplo, al este, como se describe con respecto a las Figuras 12 y 13. En este ejemplo, las boquillas físicas del troquel de color 304 están interdigitadas, alternando las boquillas HWD con las boquillas LWD.

La eficiencia del diseño puede mejorarse aún más cambiando el tamaño de los FET 1510 y 1512 correspondientes para que coincida con la demanda de potencia de las resistencias TIJ 1516 y 1518. En consecuencia, en este ejemplo, el tamaño de los FET 1510 y 1512 correspondientes se basa en la resistencia 1516 o 1518 TIJ que se alimenta. Una resistencia TIJ más grande 1516 se activa con un FET más grande 1512, mientras que una resistencia TIJ más pequeña 1518 se activa con un FET más pequeño 1510. En otros ejemplos, los FET 1510 y 1512 son del mismo tamaño, aunque la potencia extraída a través de los FET 1510 utilizados para alimentar resistencias TIJ más pequeñas 1518 es menor.

Puede usarse un plano de planta de circuito similar para un troquel negro 302. Sin embargo, como se describe en la presente descripción para los ejemplos, los FET para un troquel negro son del mismo tamaño, ya que las resistencias TIJ y las boquillas son del mismo tamaño.

La Figura 16 es otro dibujo de un ejemplo de un troquel de color 304. Los elementos con números similares son tal como se describieron con respecto a las Figuras 3, 5 y 15. Como puede verse en el dibujo, las resistencias TIJ 1516 y 1518 están colocadas en una línea paralela a un eje longitudinal del troquel de color 304, a lo largo de un lado de los orificios de alimentación de fluido 204. La agrupación de las resistencias TIJ 1516 y 1518 con los orificios de alimentación de fluido 204 puede denominarse área de sistemas mecánicos microeléctricos (MEMS) 1604. Además, en este dibujo, el circuito de decodificación 1506 y los elementos de memoria no volátil 1508 se incluyen juntos en una sección de circuito 1602. Los FET 1510 y 1512 se muestran con el mismo tamaño en el dibujo de la Figura 16. Sin embargo, en algunos ejemplos, los FET 1510, que activan las resistencias TIJ más pequeñas 1518, son más pequeños que los FET 1512, que activan las resistencias TIJ más grandes 1516, como se describe con respecto a la Figura 15. Por lo tanto, los troqueles, tanto de color como negro, tienen estructuras repetitivas que optimizan la capacidad de suministro de potencia del cabezal de impresión, mientras que minimizan el tamaño de los troqueles.

La Figura 17 es un dibujo de un ejemplo de un troquel de color 304 que muestra una estructura repetitiva 1702. Los elementos con números similares son tal como se describieron con respecto a las Figuras 5 y 16. Como se describe en la presente descripción, el uso de los orificios de alimentación de fluido 204 permite el enrutamiento de señales de control de bajo voltaje desde los circuitos lógicos para conectarse a los FET de alta tensión entre los orificios de alimentación de fluido 204. Como resultado, la estructura repetitiva 1702 incluye dos FET 604, dos boquillas 320 y un orificio de alimentación de fluido 204. Para un troquel de color 304 con 472 puntos por centímetro (1200 puntos por pulgada), esto proporciona un paso repetitivo de 42,33  $\mu\text{m}$ . Como los FET 604 y las boquillas 320 están solo a un lado del orificio de alimentación de fluido 204, los requisitos del área del circuito se reducen, lo que permite un tamaño más pequeño para el troquel de color 304, en comparación con el troquel negro 302.

La Figura 18 es un dibujo de un ejemplo de un troquel negro 302 que muestra una estructura general del troquel. Los elementos numerados similares son los descritos con respecto a las Figuras 2, 3, 6 y 16. En este ejemplo, las resistencias TIJ 1802 están a cada lado de los orificios de alimentación de fluido 204, lo que permite que las boquillas sean de un tamaño similar, mientras se mantiene la separación vertical estrecha o una distancia entre puntos. En este ejemplo, los FET 604 son todos del mismo tamaño para accionar las resistencias TIJ 1802. El circuito lógico 510 del troquel negro 302 está dispuesto en la misma configuración que el circuito lógico 510 de un troquel de color 304, descrito con respecto a la Figura 15. En consecuencia, las trazas 602 acoplan el circuito lógico 510 a los FET 604 en el circuito de potencia 512.

La Figura 19 es un dibujo de un ejemplo de un troquel negro 302 que muestra una estructura repetitiva 1702. Los elementos numerados similares son los descritos con respecto a las Figuras 5, 6, 16 y 17. Como se describe con respecto al troquel de color 304, debido a que las señales de control de bajo voltaje que se conectan a los FET de alta tensión se pueden enrutar entre los orificios de alimentación de fluido 204, es posible una nueva arquitectura y diseño de circuito de columna. Este diseño incluye una estructura repetitiva 1702 que tiene dos FET 604, dos boquillas 320 y un orificio de alimentación de fluido 204. Esto es similar a la estructura repetitiva del troquel de color 304. Sin embargo, en este ejemplo, una boquilla 320 está a la izquierda del orificio de alimentación de fluido 204 y una boquilla 320 está a la derecha del orificio de alimentación de fluido 204 en la estructura repetitiva 1702. Este diseño admite boquillas de disparo más grandes, para volúmenes de gota de tinta más altos, mientras que mantiene los requisitos de área de circuito más bajos y optimiza el diseño para permitir un troquel más pequeño. En cuanto al troquel de color 304, el enrutamiento de ranuras cruzadas se realiza en múltiples capas de metal de salida naturalmente hablando, incluidas capas de polisilicio y capas de cobre de aluminio, entre otras.

El troquel negro 302 es más ancho que el troquel de color 304, ya que las boquillas 320 están a ambos lados de los orificios de alimentación de fluido 204. En algunos ejemplos, el troquel negro 302 es de aproximadamente 400 a aproximadamente 450  $\mu\text{m}$ . En algunos ejemplos, el troquel de color 304 es de aproximadamente 300 a aproximadamente 350  $\mu\text{m}$ .

La Figura 20 es un dibujo de un ejemplo de un troquel negro 302 que muestra un sistema para la detección de grietas. Los elementos numerados similares son los descritos con respecto a las Figuras 2, 3, 5, 6 y 16. La introducción de una serie de orificios de alimentación de fluido 204 en una línea paralela al eje longitudinal del troquel negro 302 aumenta la fragilidad del troquel. Como se describe en la presente descripción, los orificios de alimentación de fluido 204 pueden actuar como una

línea de perforación a lo largo del eje longitudinal del troquel negro 302 o el troquel de color 304, permitiendo que se formen grietas 2002 entre estos elementos. Para detectar estas grietas 2002, se enruta una traza 2004 entre cada orificio de alimentación de fluido 204 para que funcione como un detector de grietas integrado. En un ejemplo, cuando se forma una grieta, la traza 2004 se rompe. Como resultado, la conductividad de la traza 2004 cae a cero.

5 La traza 2004 entre los orificios de alimentación de fluido 204 puede estar hecha de un material quebradizo. Si bien se pueden usar trazas de metal, la ductilidad del metal puede permitir que se flexione a través de las grietas que se han formado sin detectarlas. En consecuencia, en algunos ejemplos, la traza 2004 entre los orificios de alimentación de fluido 204 está hecha de polisilicio. Si la traza entre los orificios de alimentación de fluido 204 a lo largo del troquel negro 302, tanto a lo largo como entre los orificios de alimentación de fluido 204, estuviera hecha de polisilicio, la resistencia puede ser tan alta como varios megaohmios. En algunos ejemplos, para reducir la resistencia general y mejorar la detectabilidad de las grietas, las porciones 2006 de la traza 2004 formadas a lo largo de los orificios de alimentación de fluido 204 y que conectan las trazas 2004 entre los orificios de alimentación de fluido 204 están hechas de un metal, como el aluminio-cobre, entre otros.

15 La Figura 21 es una vista ampliada de un orificio de alimentación de fluido 204 procedente de un troquel negro 302 que muestra la traza 2004 enrutada entre los orificios de alimentación de fluido adyacentes 204. En este ejemplo, la traza 2004 entre los orificios de alimentación de fluido 204 se forma a partir de polisilicio, mientras que la porción 2006 de la traza 2004 junto a los orificios de alimentación de fluido 204 se forma a partir de un metal.

20 La Figura 22A es un diagrama de flujo de proceso de un ejemplo de un método 2200 para formar una traza de detección de grietas. El método comienza en el bloque 2202, con el grabado de varios orificios de alimentación de fluido en una línea paralela a un eje longitudinal de un sustrato.

25 En el bloque 2204, se forman varias capas sobre el sustrato para formar la traza del detector de grietas, en donde la traza del detector de grietas se enruta entre cada uno de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido en el sustrato. Como se describe en la presente descripción, las capas se forman para formar un bucle de lado a lado del troquel, entre cada par de orificios de alimentación de fluido adyacentes, a lo largo del exterior de un siguiente orificio de alimentación de fluido y luego entre el siguiente par de orificios de alimentación de fluido adyacentes. En los ejemplos, las capas se forman para acoplar la traza del detector de grietas a un bus de detección que es compartido por otros sensores en el troquel, como los sensores térmicos descritos con respecto a la Figura 2. El bus de detección está acoplado a una almohadilla para permitir que las señales del sensor se lean por un dispositivo externo, como el ASIC descrito con respecto a la Figura 2.

35 Los presentes ejemplos pueden ser susceptibles a diversas modificaciones y formas alternativas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un troquel (302, 304) para un cabezal de impresión (300), que comprende:
  - 5 una pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204) dispuestos en una línea paralela a un eje longitudinal del troquel (302, 304), en donde los orificios de alimentación de fluido (204) se forman a través de un sustrato del troquel (302, 304);
  - 10 una pluralidad de actuadores fluidicos (206), cerca de y a cada lado de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204), para expulsar el fluido recibido de los orificios de alimentación de fluido (204);
  - 15 circuitos lógicos (510) para operar la pluralidad de actuadores fluidicos (206), en donde los circuitos lógicos (510) se disponen en un primer lado de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204);
  - 15 circuitos de potencia (512) para alimentar la pluralidad de actuadores fluidicos (206), en donde el circuito de potencia (512) está dispuesto en un lado opuesto de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204) de los circuitos lógicos (510); e
  - 20 trazas de activación (602) dispuestas entre cada uno de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204) para acoplar los circuitos lógicos (510) al circuito de potencia (512).
- 20 2. El troquel (302, 304) de la reivindicación 1, que comprende una traza de potencia común y una traza de tierra común próxima a los circuitos lógicos (510) para proporcionar potencia de baja tensión a los circuitos lógicos (510).
3. El troquel (302, 304) de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende una traza de potencia común y una traza de tierra común próxima al circuito de potencia (512) para proporcionar potencia de alta
- 25 tensión al circuito de potencia (512).
4. El troquel (302, 304) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende una pluralidad de líneas de dirección próximas a los circuitos lógicos (510) en el primer lado.
- 30 5. El troquel (302, 304) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende una traza del detector de grietas (2004) dispuesta alrededor de un borde exterior de un orificio de alimentación de fluido (204), en donde la traza del detector de grietas (2004) cruza el sustrato entre los orificios de alimentación de fluido adyacentes (204) y se dispone alrededor de un borde exterior del orificio de alimentación de fluido adyacente (204).
- 35 6. El troquel (302, 304) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la traza del detector de grietas (2004) está dispuesta alrededor de sustancialmente toda la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204) en el sustrato.
- 40 7. El troquel (302, 304) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde cada uno de la pluralidad de actuadores fluidicos (206) está acoplado a un canal de flujo, en donde el canal de flujo está acoplado fluidicamente a toda la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204).
8. El troquel (302, 304) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende un sensor térmico
- 45 dispuesto en cada extremo del troquel (302, 304).
9. El troquel (302, 304) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende un sensor térmico dispuesto en un punto sustancialmente central del troquel (302, 304).
- 50 10. El troquel (302, 304) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende correas de alimentación (1402) dispuestas entre la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204) para acoplar los circuitos de potencia (512) a los actuadores fluidicos (206) en un lado opuesto de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204) desde el circuito de potencia (512).
- 55 11. El troquel (302, 304) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204) están dispuestos en una sola línea a lo largo del troquel (302, 304).
12. Un método para formar un troquel (302, 304) para un cabezal de impresión (300), que comprende:
  - 60 grabar una pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204) en una línea paralela a un eje longitudinal de un sustrato;
  - 60 depositar una pluralidad de capas en el sustrato para formar:
    - 65 a lo largo de un primer lado de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204):
    - 65 circuitos de potencia lógicos a lo largo de un borde del sustrato, que comprenden una línea de potencia de bajo voltaje común y una línea de tierra de bajo voltaje común;

- 5 circuitos lógicos de dirección (510), que comprenden lógica de dirección para seleccionar un actuador fluídico (206) de un grupo de actuadores fluídicos en una pluralidad de actuadores fluídicos;  
líneas de dirección; y  
circuitos de memoria, que comprenden un elemento de memoria para cada grupo de actuadores fluídicos (206); y
- a lo largo de un segundo lado de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204):
- 10 circuitos de bus de potencia, que comprenden una línea de alimentación común de alta tensión y una línea de tierra común de alta tensión; y  
circuitos de potencia de impresión, que comprenden circuitos de potencia (512) para alimentar resistencias térmicas para cada uno de la pluralidad de actuadores fluídicos (206);  
y,
- 15 desde el primer lado hasta el segundo lado, las trazas (602) entre los orificios de alimentación de fluido (204) para acoplar los circuitos lógicos de dirección (510) a los circuitos de potencia (512);  
y
- 20 formar una pluralidad de resistencias térmicas (208) dispuestas a lo largo de cada lado de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204), y paralelas a la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204), en donde la pluralidad de resistencias térmicas (208) está acoplada eléctricamente a los circuitos de potencia de impresión (512).
- 25 13. El método de la reivindicación 12, en donde la pluralidad de resistencias térmicas (208) en un lado de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204) está escalonada de la pluralidad de resistencias térmicas (208) en un lado opuesto de la pluralidad de orificios de alimentación de fluido (204).
- 30 14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, que comprende incrustar el sustrato en una montura polimérica (310), en donde la montura polimérica (310) comprende una región abierta (314) dispuesta detrás del sustrato para alimentar fluido a los orificios de alimentación de fluido (204).

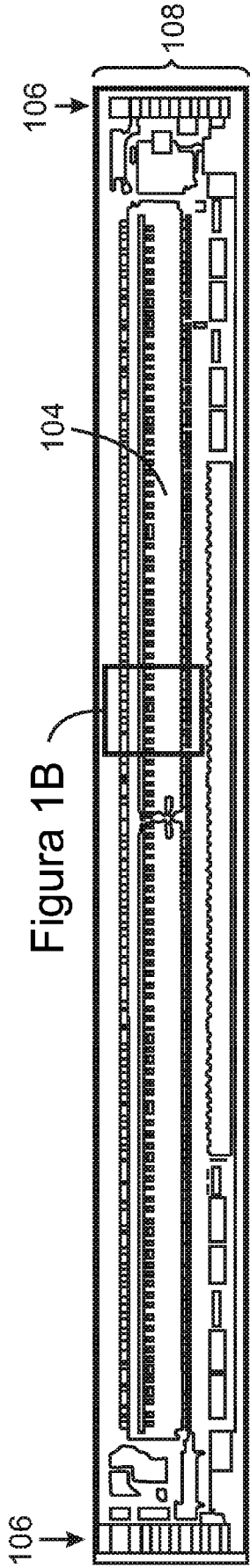


Figura 1A (Técnica anterior)

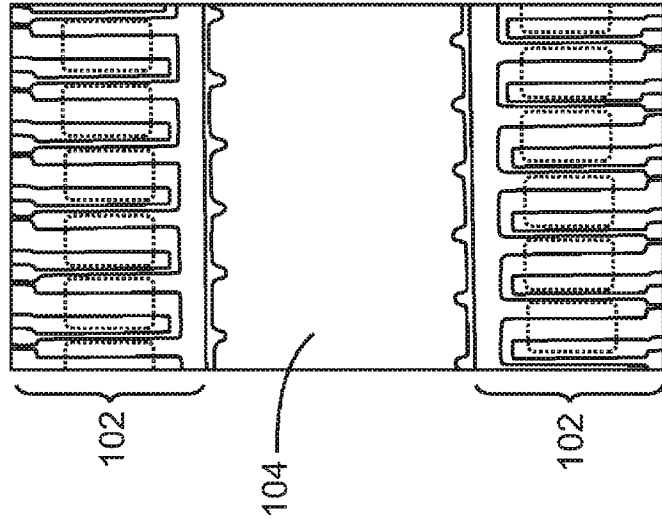


Figura 1B (Técnica anterior)

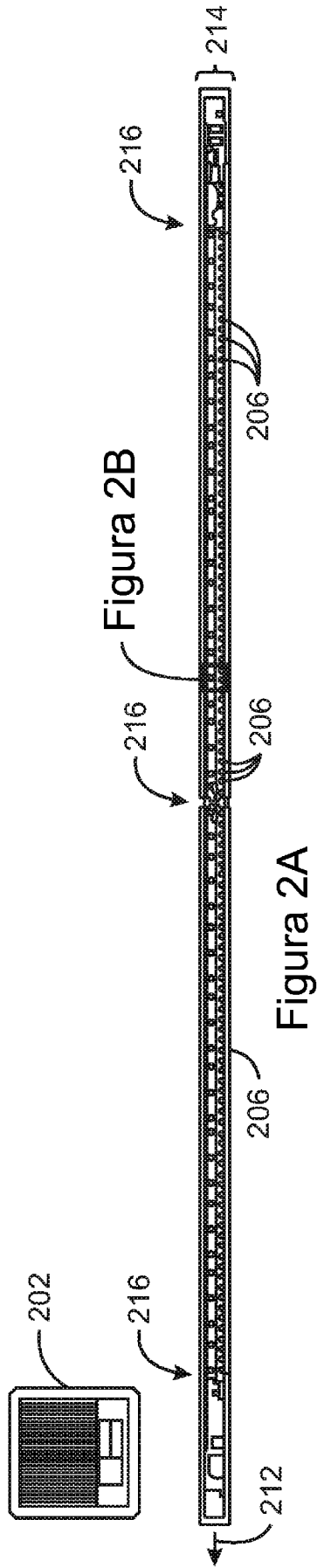


Figure 2A

Figure 2B

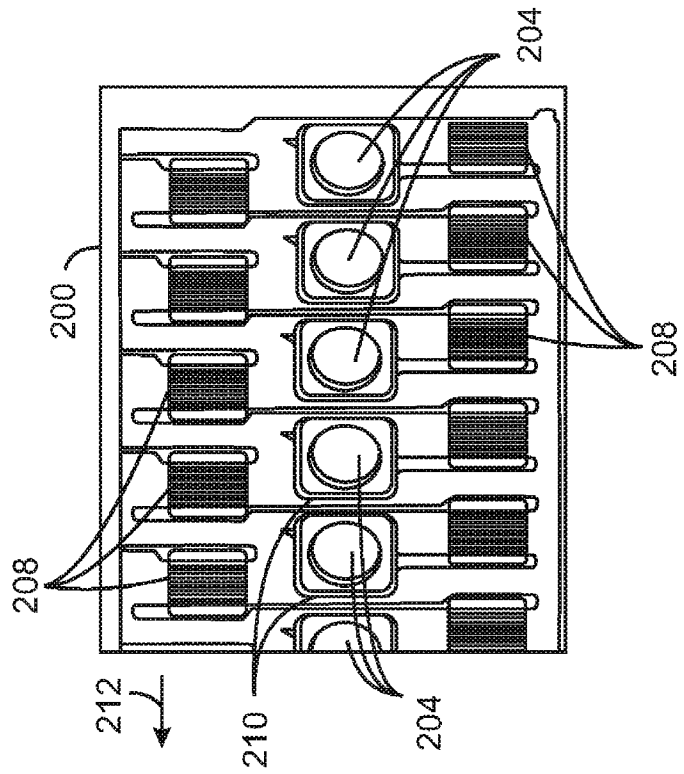


Figure 2B

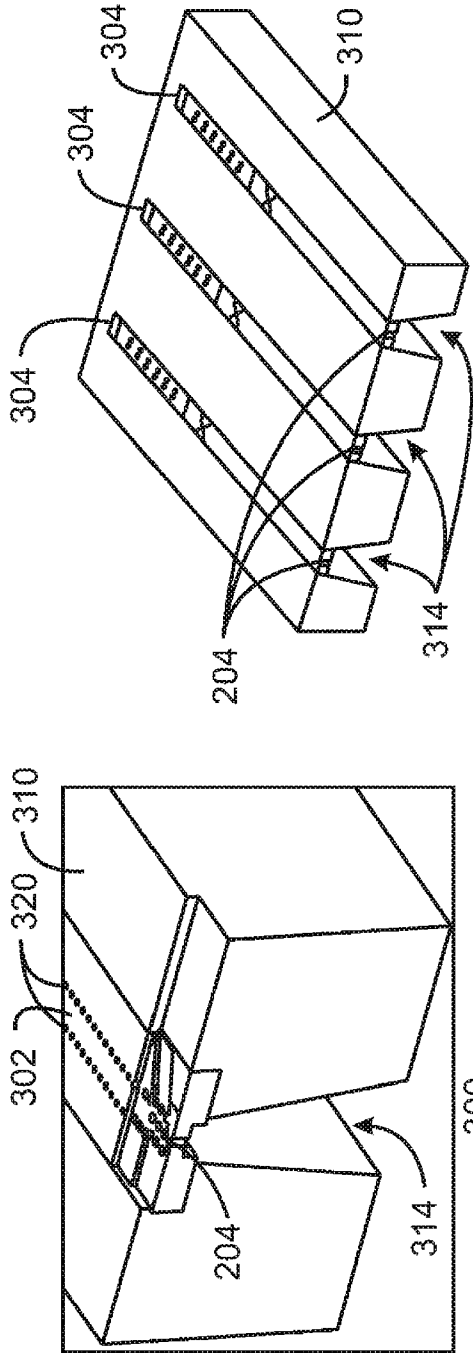


Figure 3A

300

Figure 3B

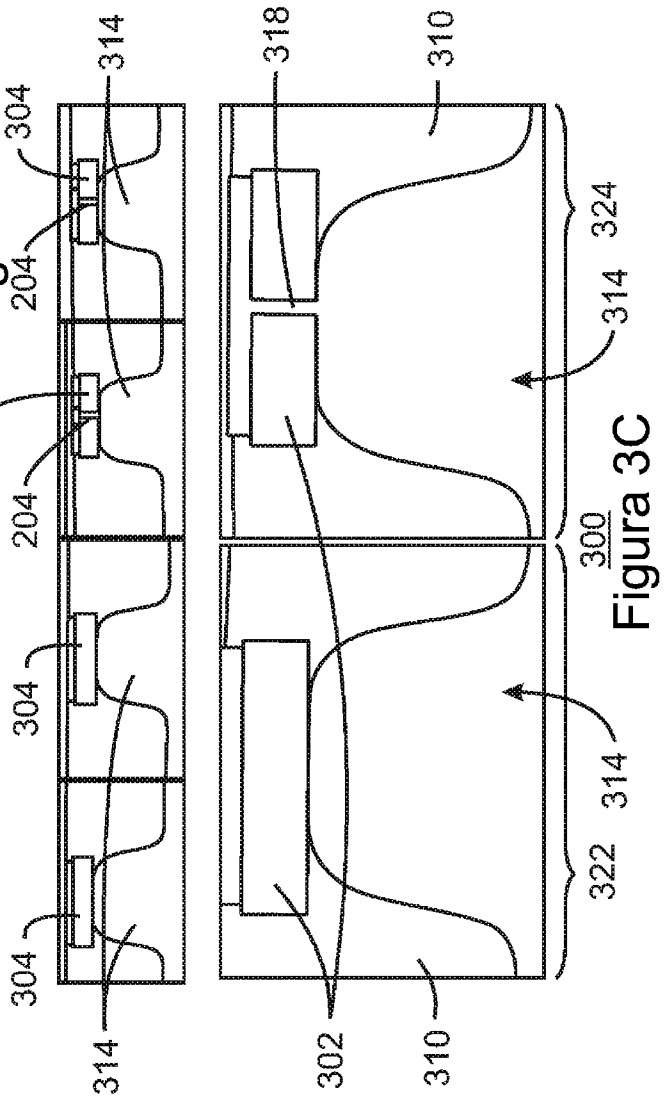
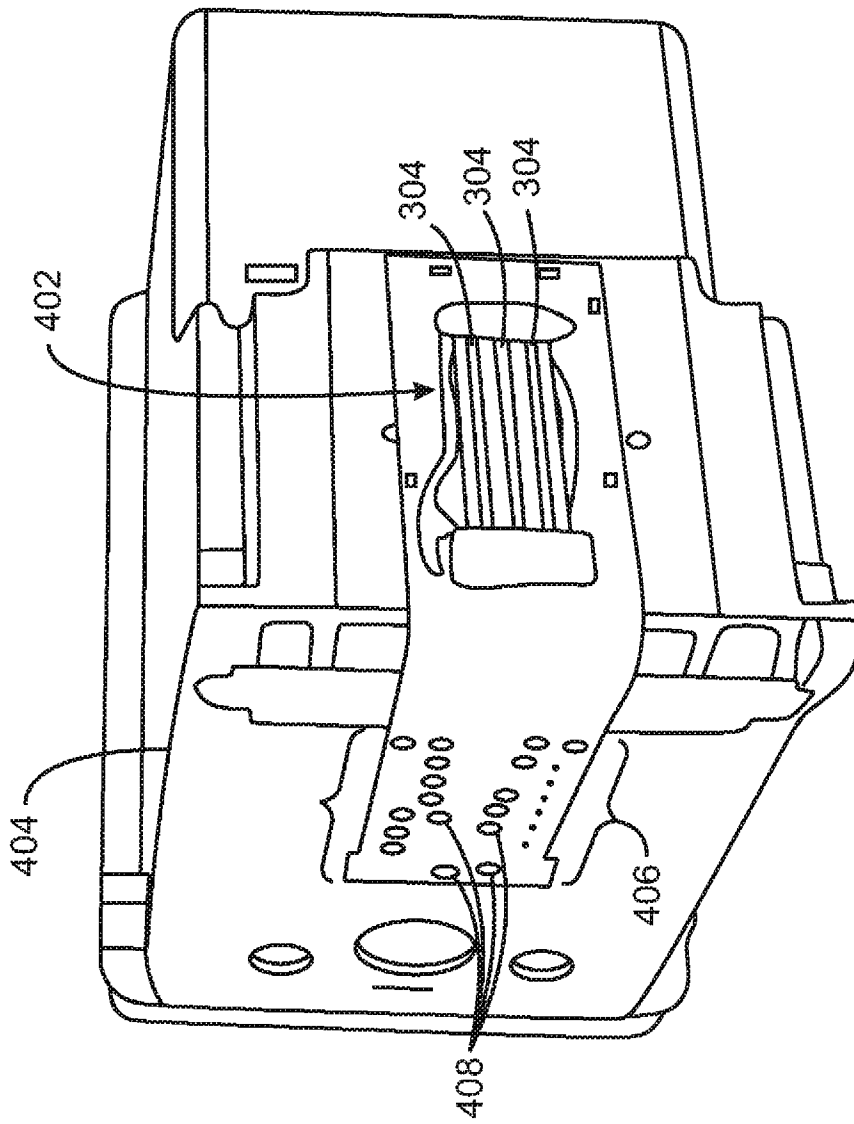
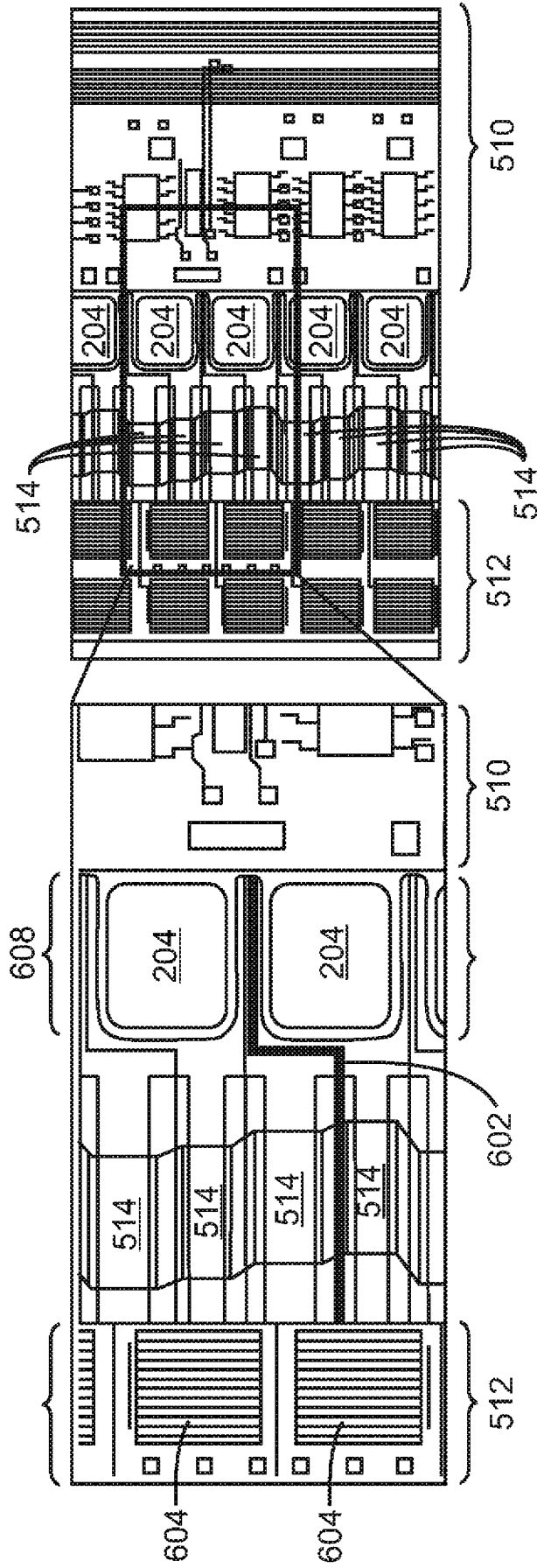


Figure 3C



400  
Figura 4





304  
Figura 6A

Figura 6B

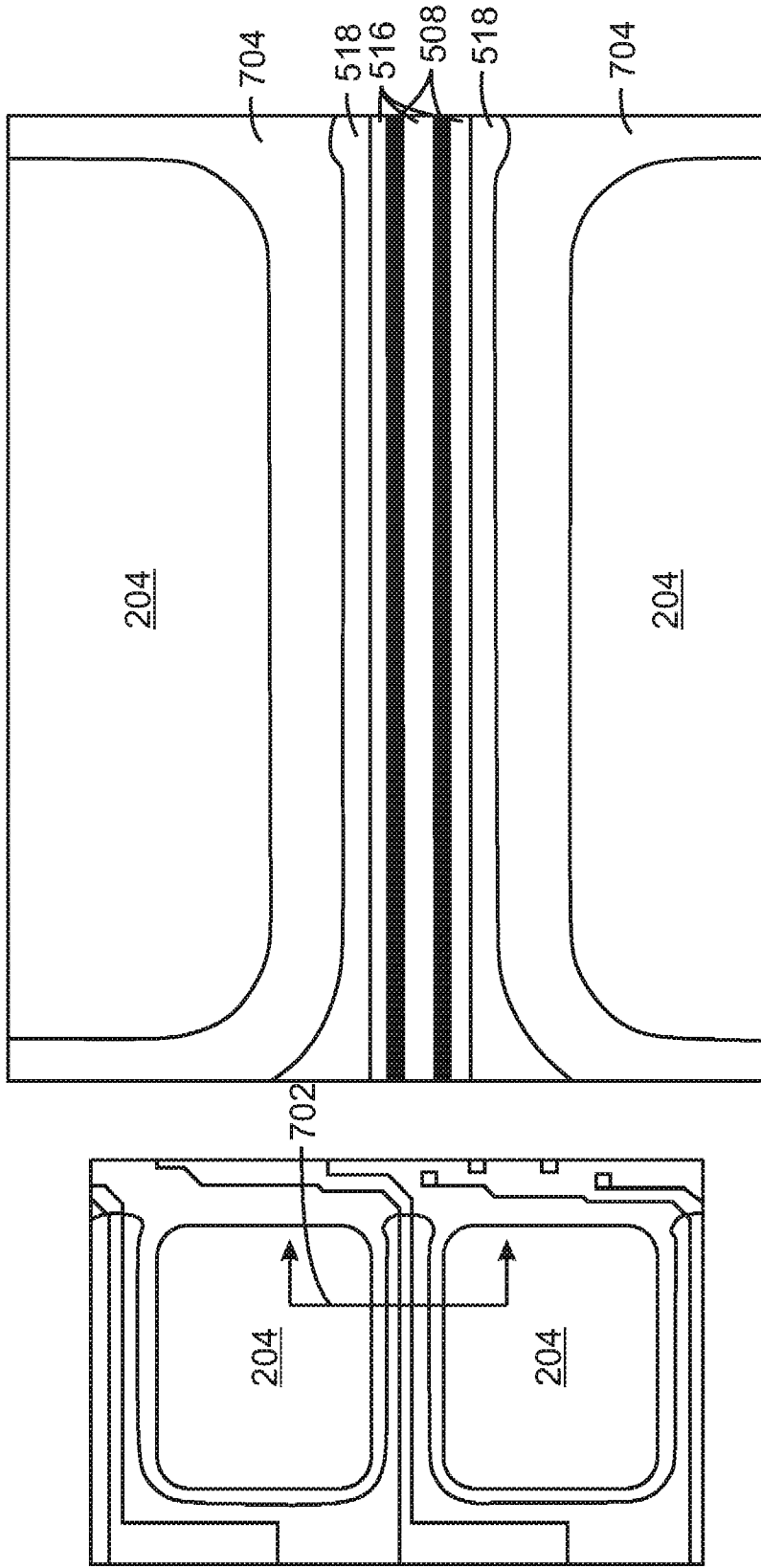


Figura 7A

Figura 7B

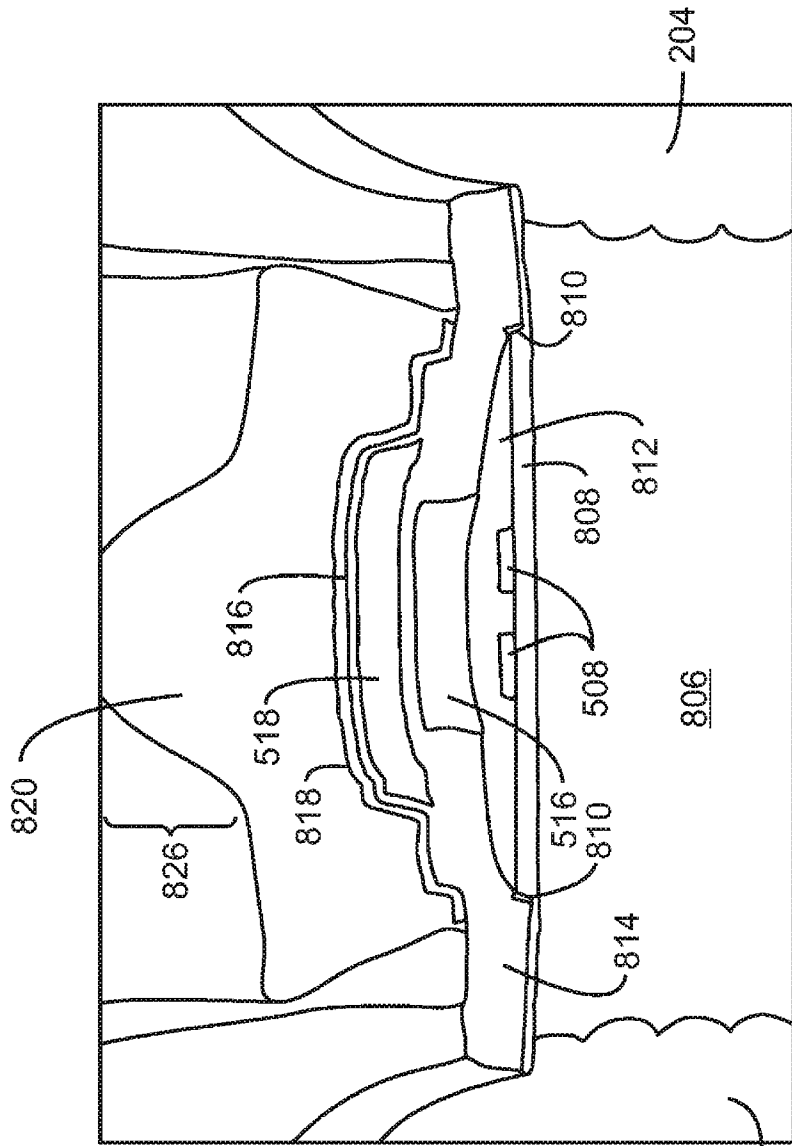


Figura 8B

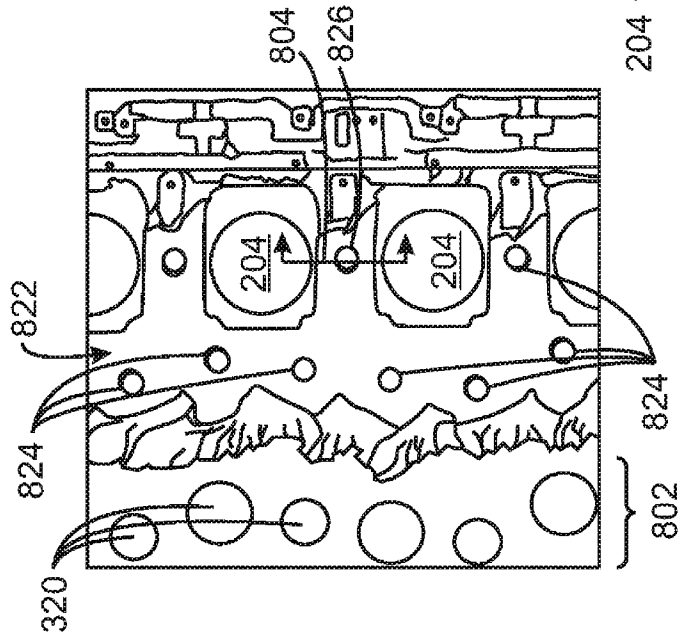
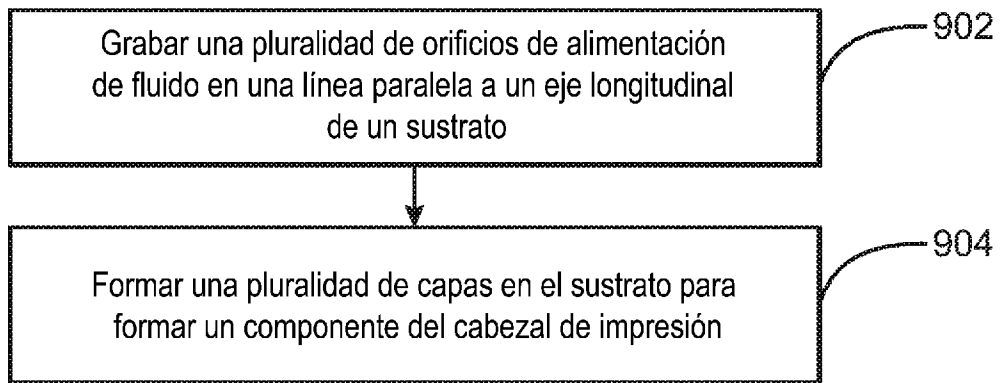
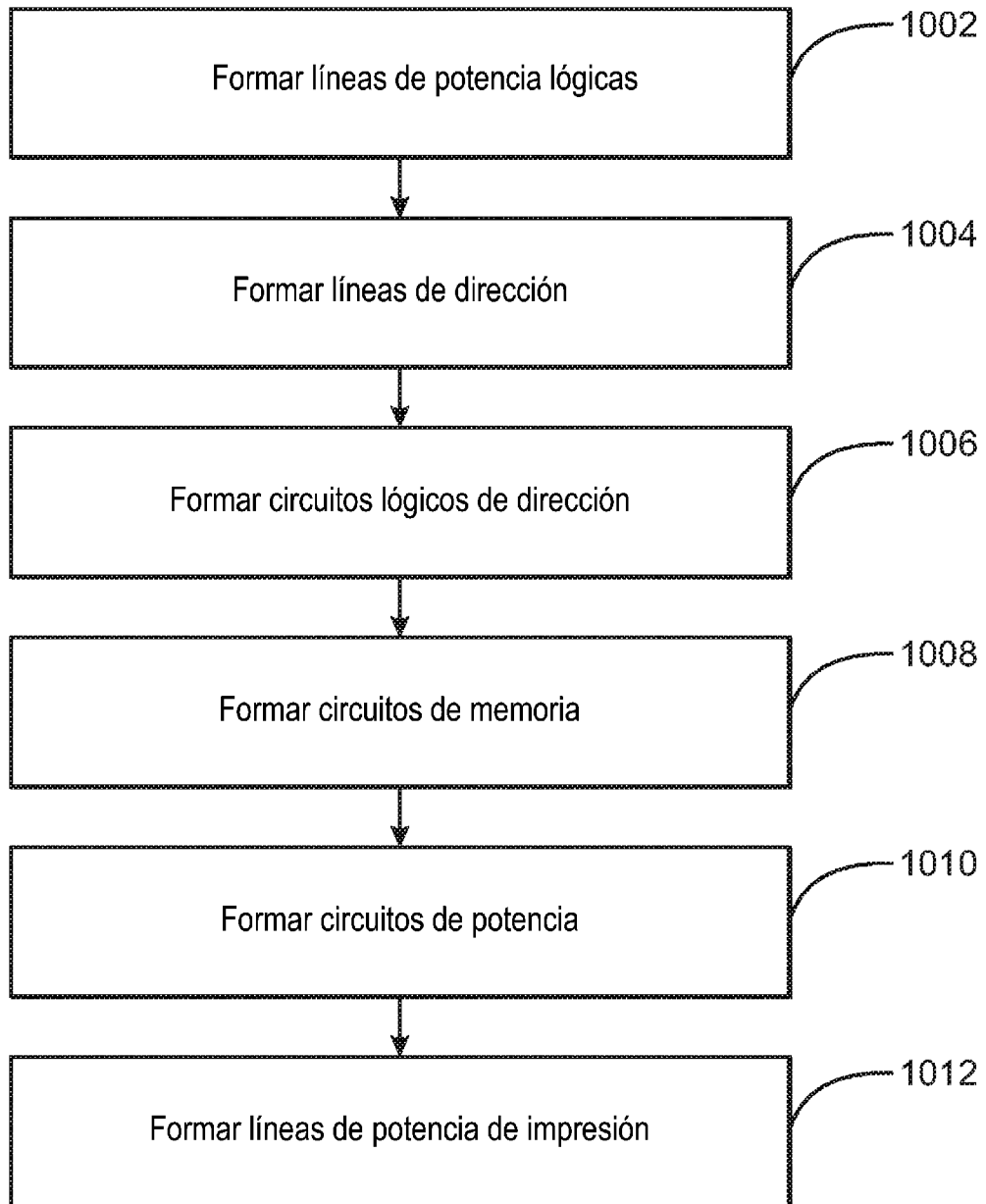


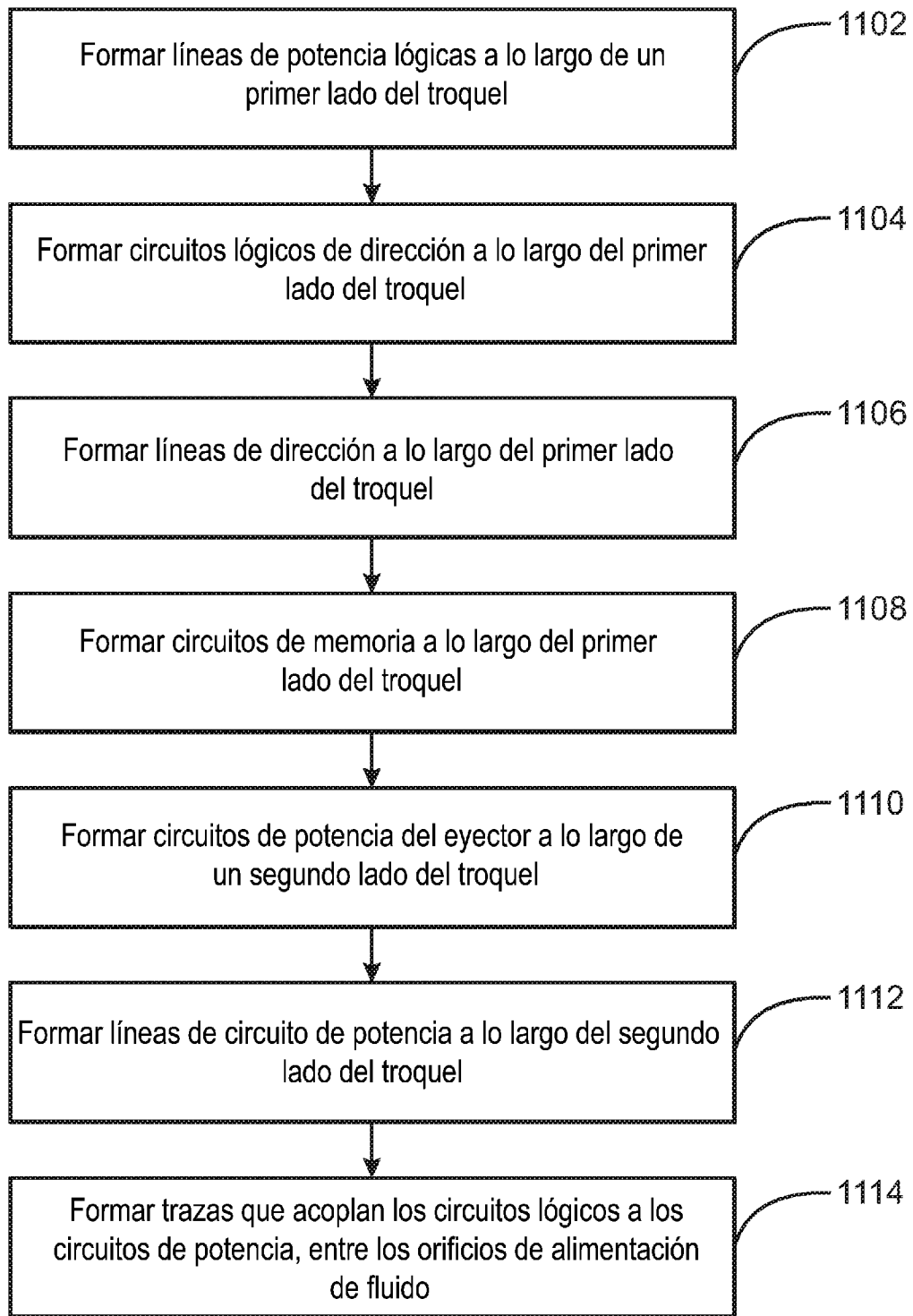
Figura 8A



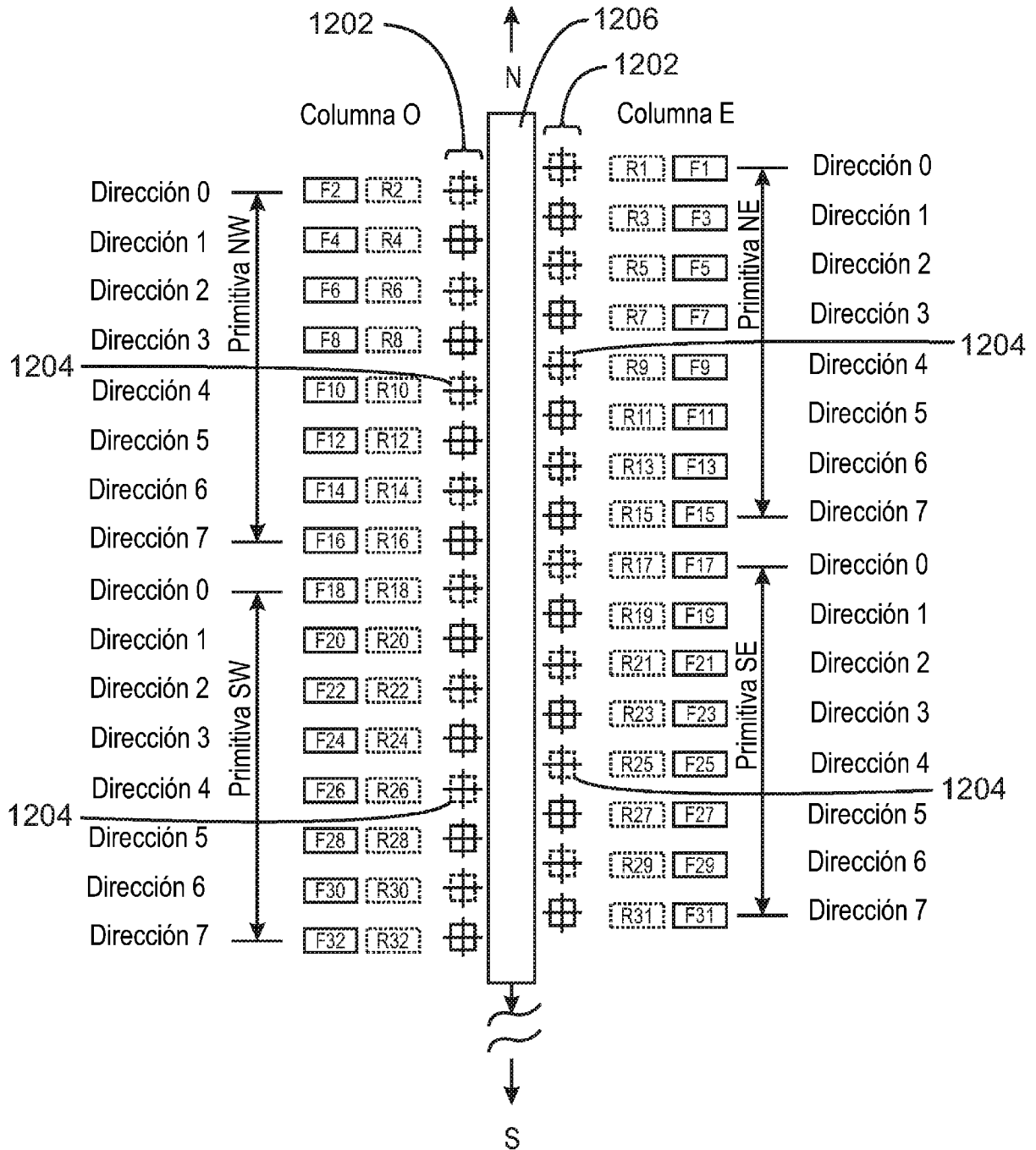
900  
Figura 9



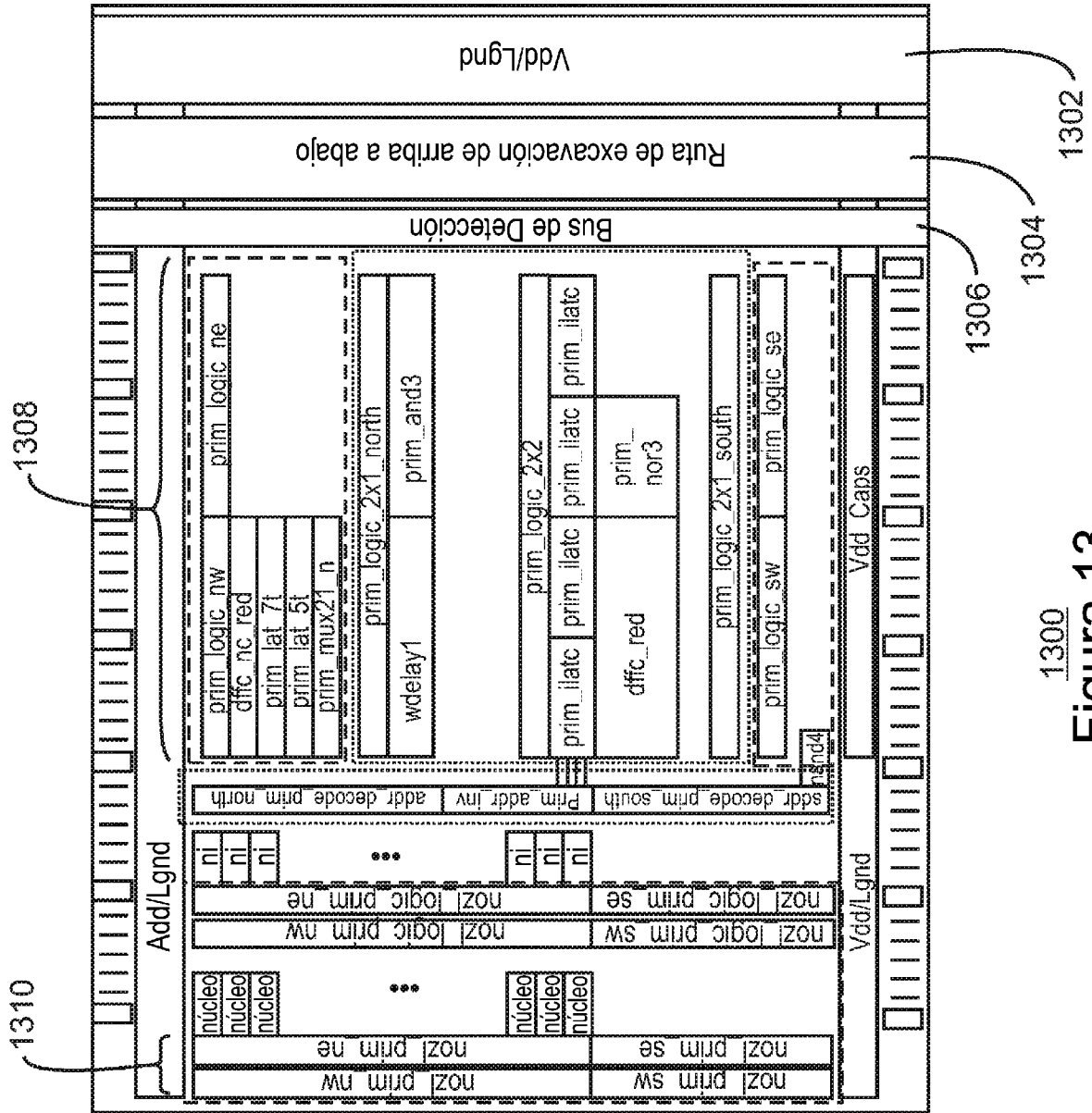
<sup>1000</sup>  
Figura 10



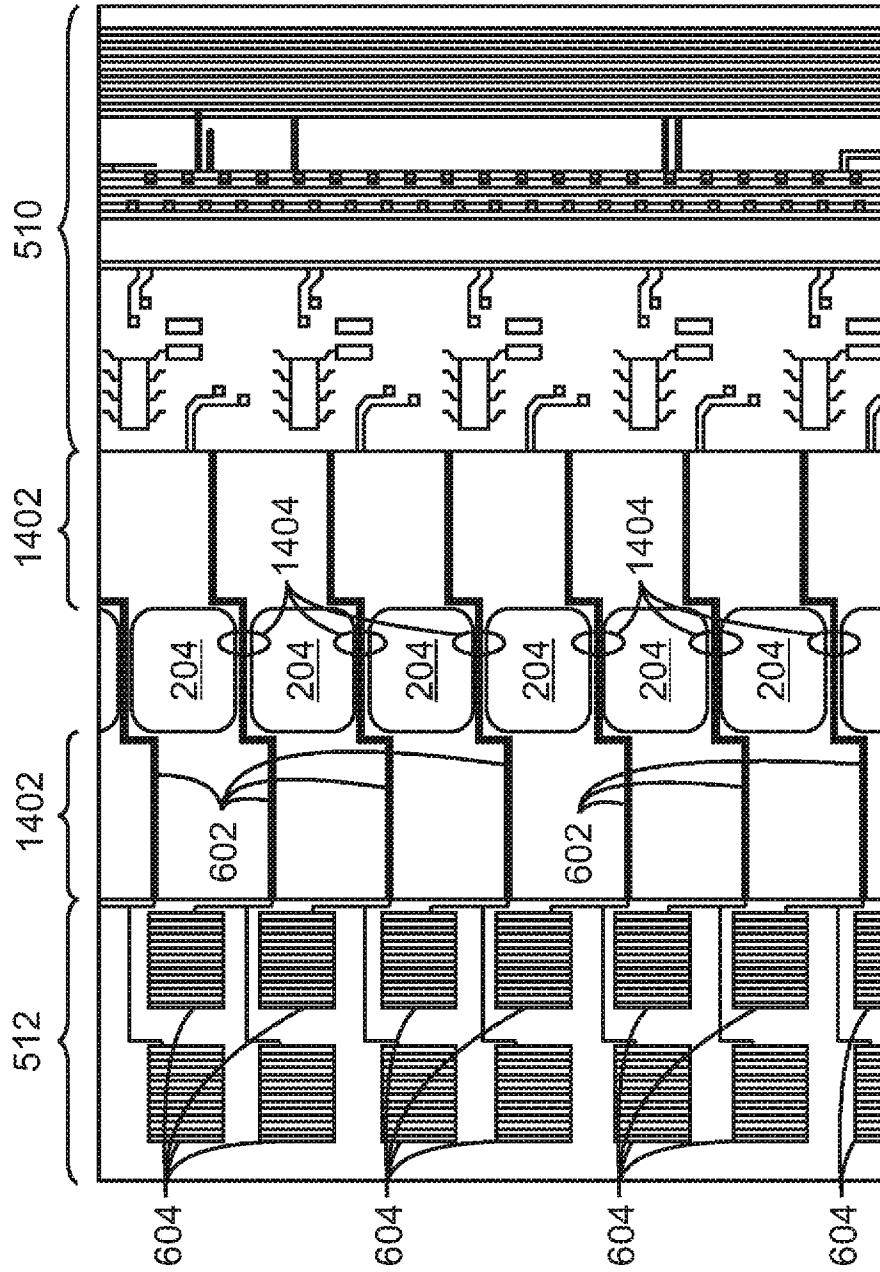
1100  
**Figura 11**



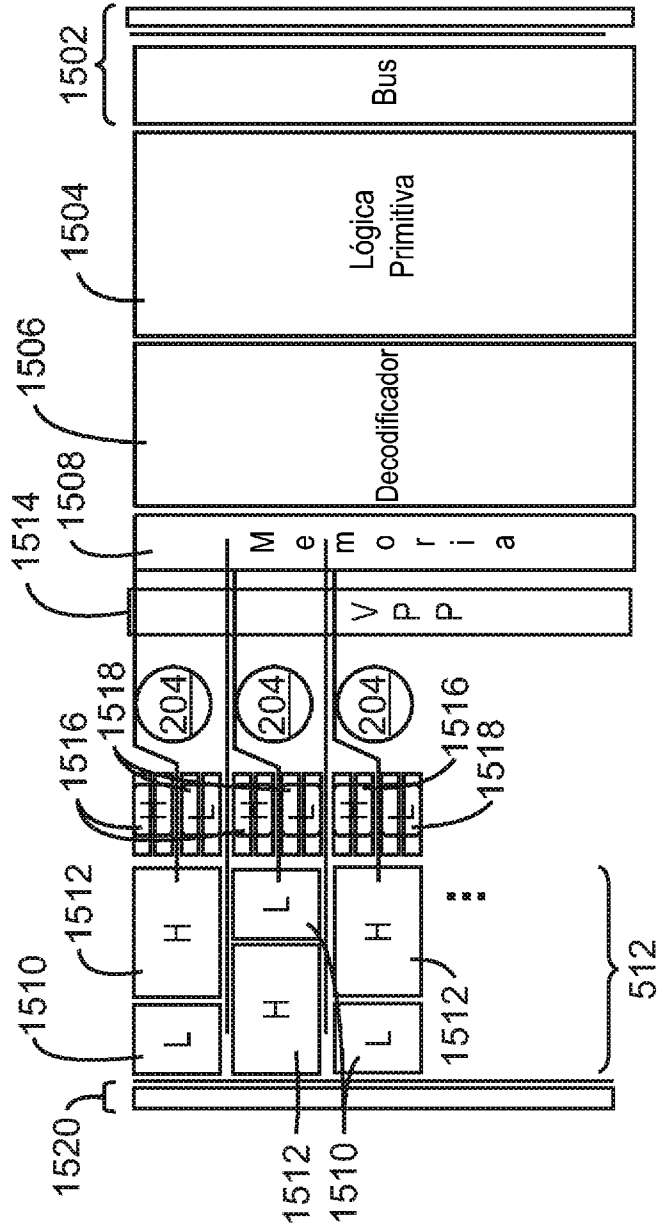
1200  
Figura 12



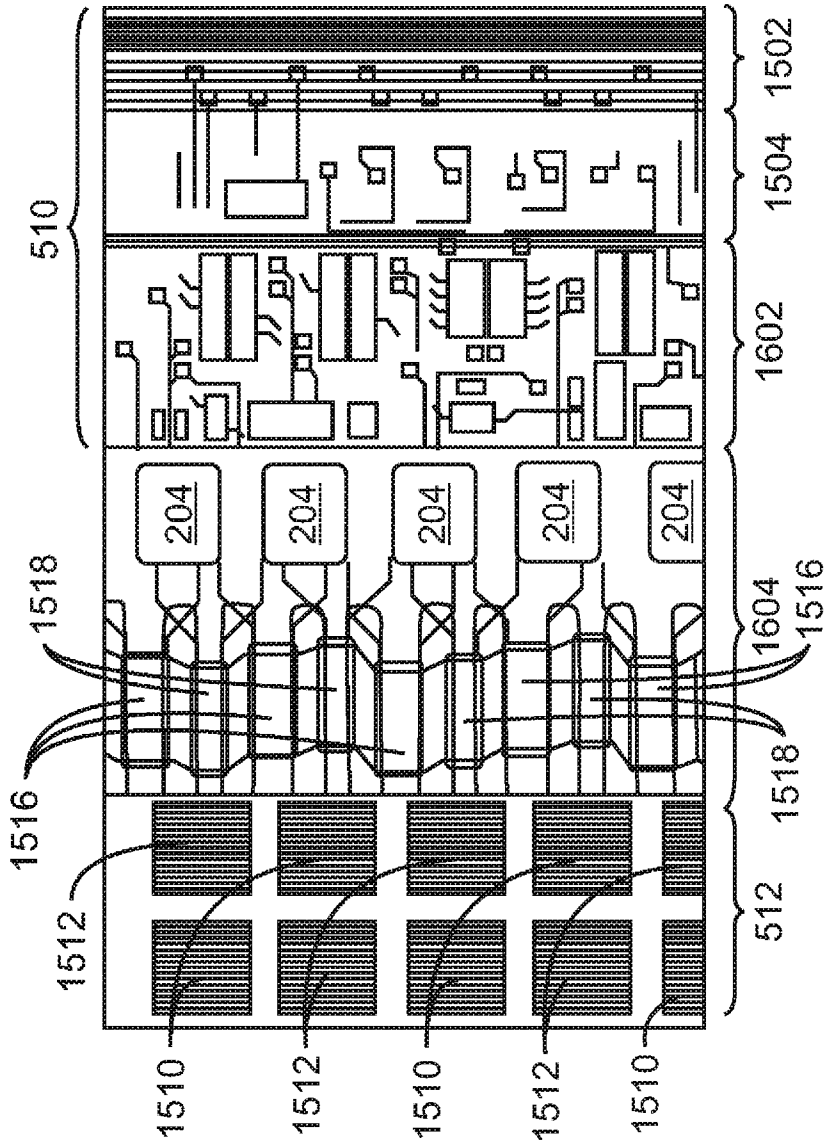
1300  
Figura 13



302  
Figura 14

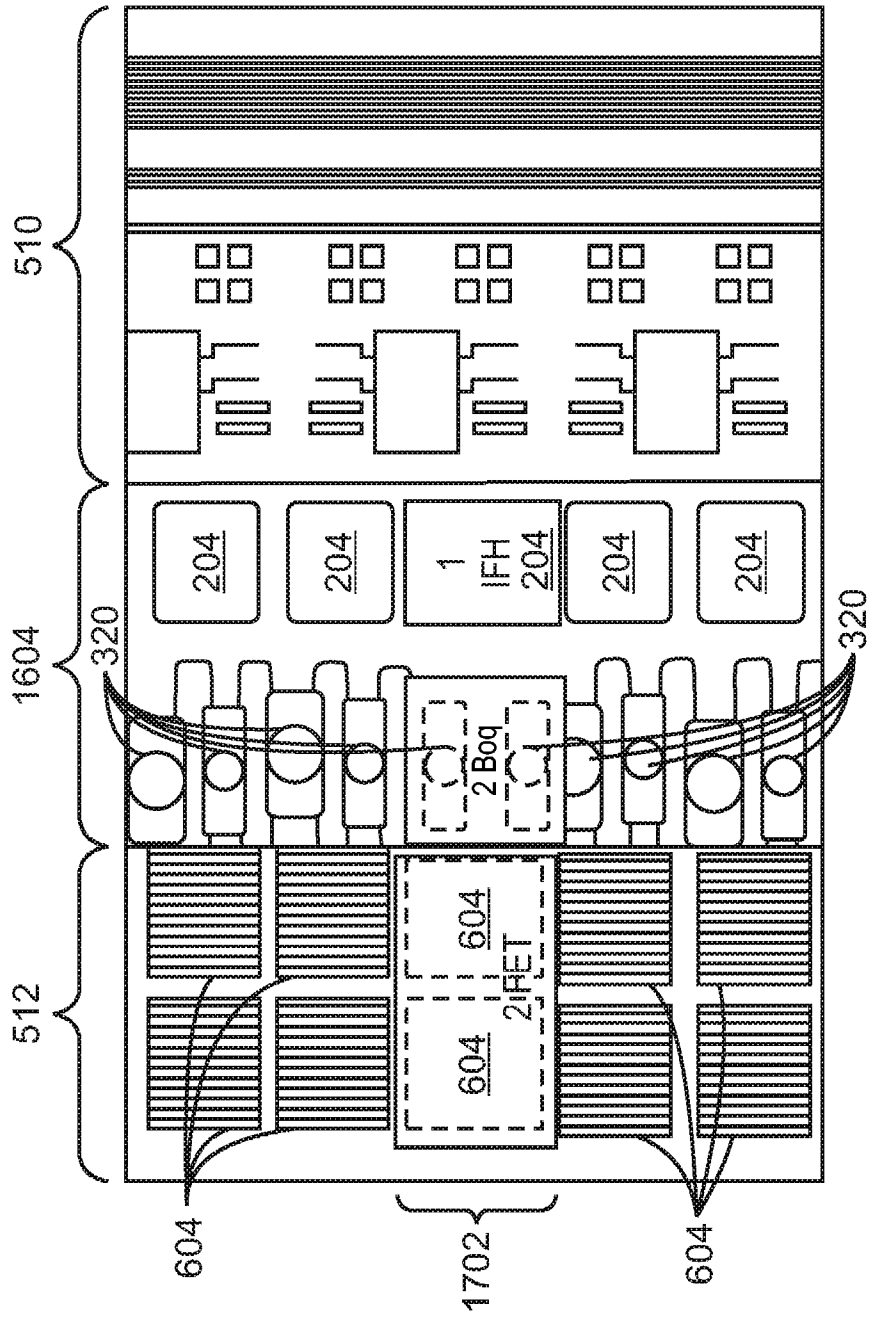


304  
Figura 15

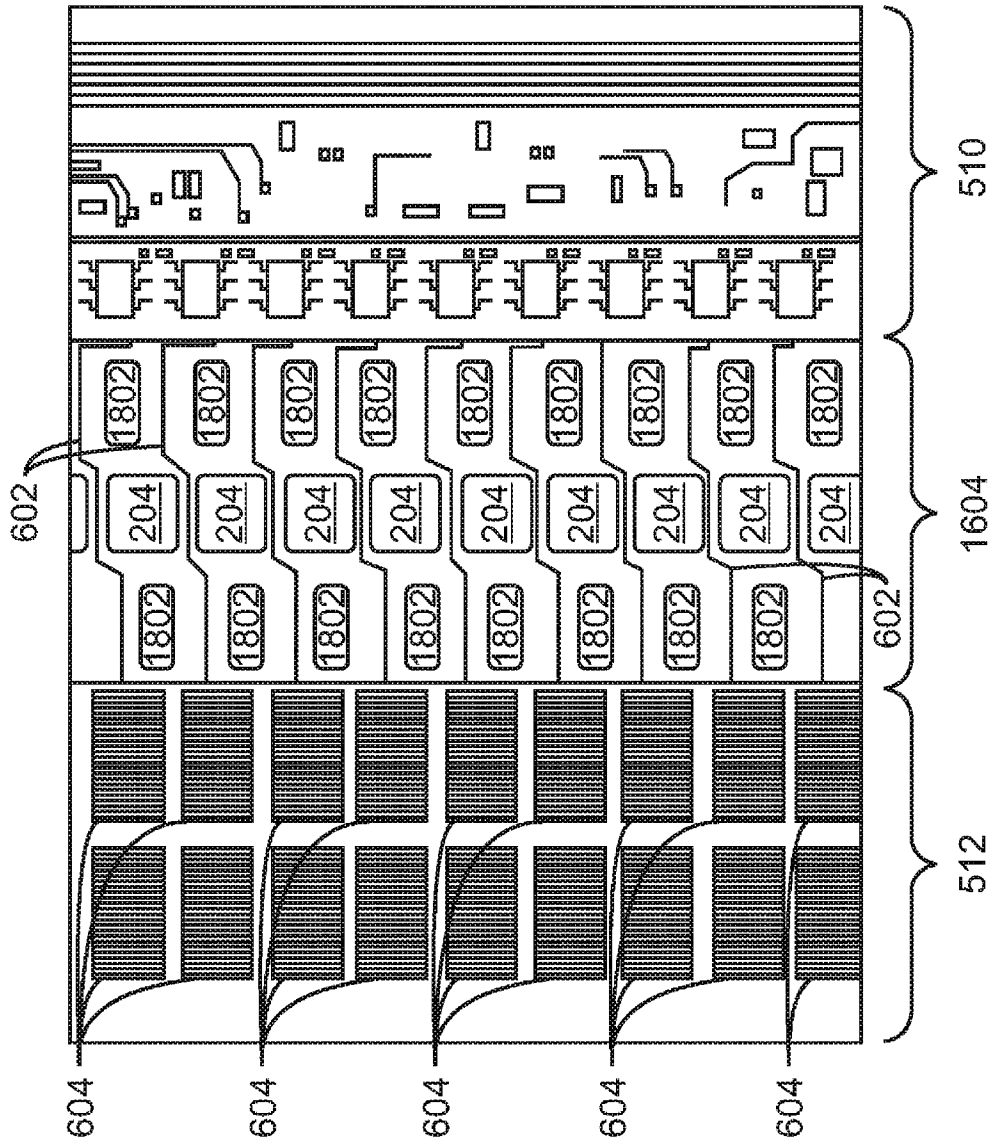


304

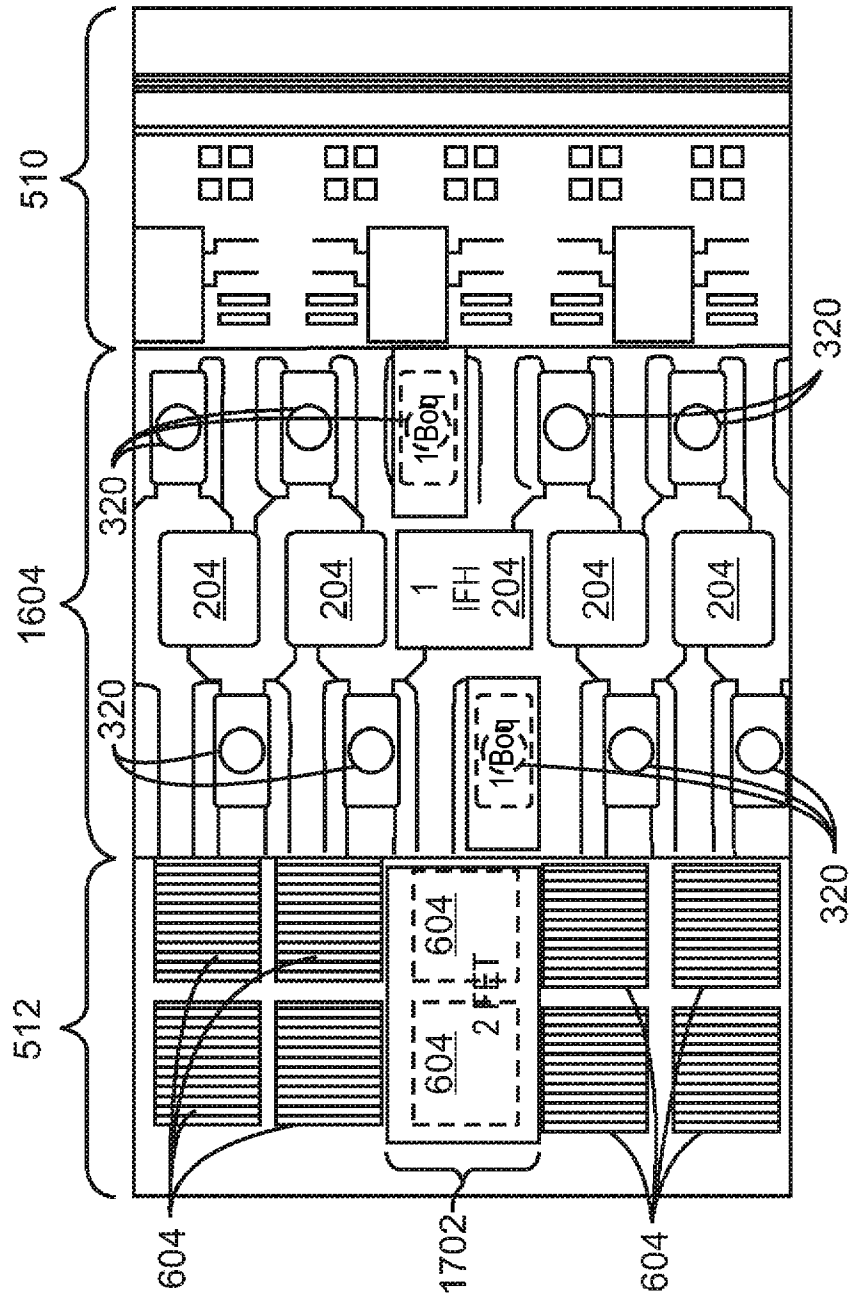
Figura 16



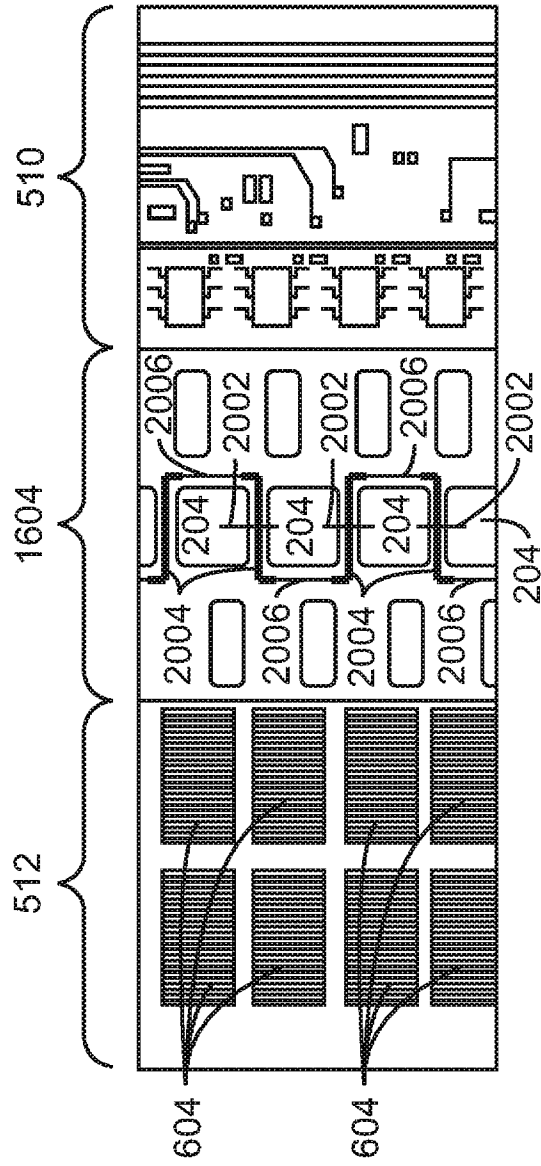
304  
**Figure 17**



302  
Figure 18



302  
Figure 19



302  
Figura 20

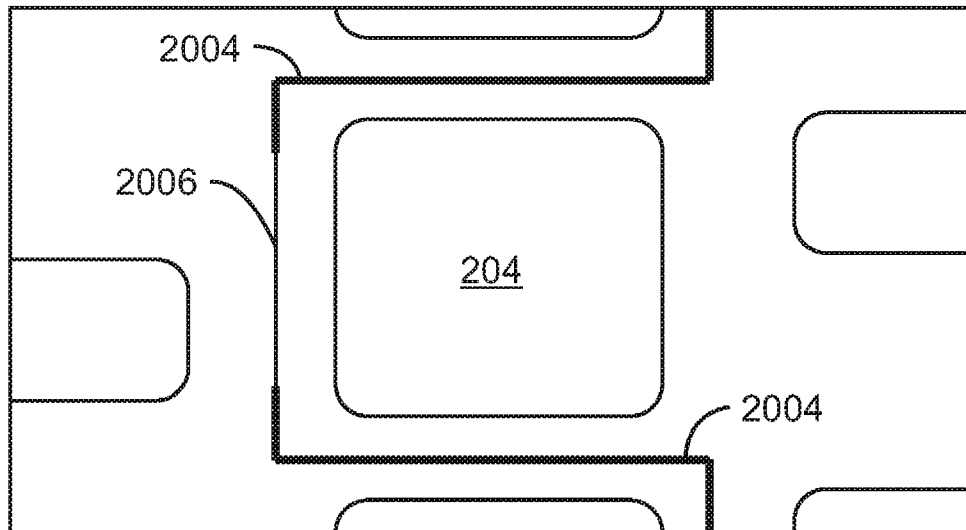
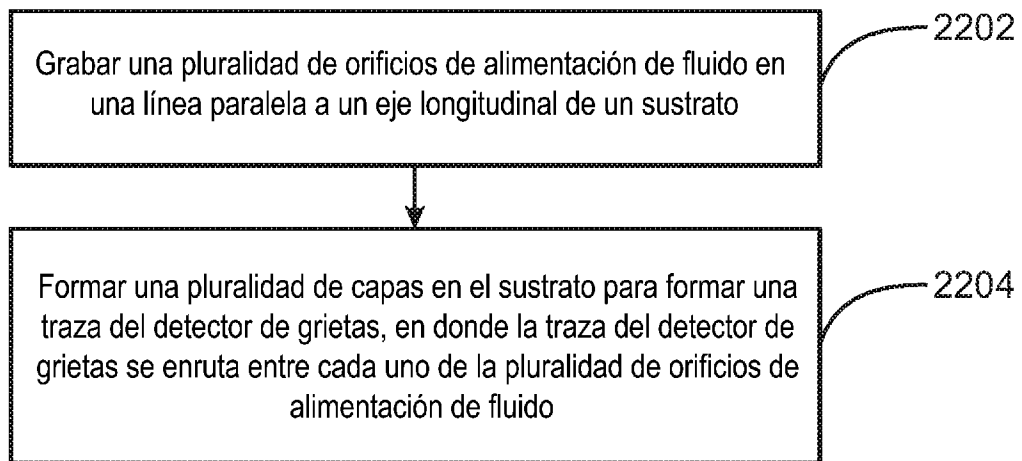


Figura 21



2200  
Figura 22