

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 305**

51 Int. Cl.:

**B41J 2/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06827989 .2**

96 Fecha de presentación: **04.12.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **2089229**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.08.2009**

54 Título: **Conjunto de boquilla de chorro de tinta provista de un accionamiento por flexión térmica con una viga activa que define una parte sustancial de una cubierta de la cámara de la boquilla**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**20.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**20.12.2012**

73 Titular/es:

**ZAMTEC LIMITED (100.0%)  
8 Fitzwilliam Square  
Dublin 2, IE**

72 Inventor/es:

**MCAVOY, GREGORY JOHN;  
BAGNAT, MISTY;  
LAWLOR, VINCENT PATRICK;  
KERR, EMMA ROSE y  
SILVERBROOK, KIA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 393 305 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**

Conjunto de boquilla de chorro de tinta provista de un accionamiento por flexión térmica con una viga activa que define una parte sustancial de una cubierta de la cámara de la boquilla

5

Campo de la invención

Esta invención se refiere a accionamientos por flexión térmica. Ha sido desarrollada principalmente para proporcionar boquillas de chorro de tinta mejoradas las cuales expulsan tinta a través de un accionamiento por flexión térmica.

10

Antecedentes de la invención

El presente solicitante ha descrito anteriormente una plétora de boquillas de chorro de tinta de sistemas micro electromecánicos que utilizan un accionamiento por flexión térmica. El accionamiento por flexión térmica generalmente significa un movimiento de flexión generado por una dilatación térmica de un material, que tiene una corriente que pasa a través del mismo, con relación a otro material. El movimiento de flexión resultante puede ser utilizado para expulsar tinta desde un orificio de una boquilla, opcionalmente a través del movimiento de una paleta o álabe, la cual crea una onda de presión en una cámara de la boquilla.

15

20

La patente americana del solicitante US nº 6,416,167 describe una boquilla de chorro de tinta que tiene una paleta colocada en una cámara de la boquilla y un accionamiento por flexión térmica colocado exteriormente a la cámara de la boquilla. El accionamiento adopta la forma de una viga activa inferior de material conductor (por ejemplo nitruro de titanio) fundida a una viga pasiva superior de material no conductor (por ejemplo dióxido de silicio). El accionamiento está conectado a la paleta a través de un brazo recibido a través de una muesca en la pared de la cámara de la boquilla. En el momento del paso de una corriente a través de la viga activa inferior, el accionamiento flexiona hacia arriba y, por consiguiente, la paleta se mueve hacia un orificio de la boquilla definido en una cubierta de la cámara de la boquilla, expulsando de ese modo una gotita de tinta. Una ventaja de este diseño es su simplicidad de construcción. Una desventaja de este diseño es que ambas caras de la paleta trabajan contra la tinta relativamente viscosa en el interior de la cámara de la boquilla.

25

30

La patente americana del solicitante US nº 6,260,953 (cedida al presente solicitante) describe una boquilla de chorro de tinta en la cual el accionamiento forma una parte de la cubierta que se mueve de la cámara de la boquilla. El accionamiento adopta la forma de un núcleo de serpentina de material conductor encerrado por un material polimérico. En el momento de la actuación el accionamiento flexiona hacia el fondo de la cámara de la boquilla, aumentando la presión en el interior de la cámara y forzando una gotita de tinta desde un orificio de la boquilla definido en la cubierta de la cámara. El orificio de la boquilla está definido en una parte de la cubierta que no se mueve. Una ventaja de este diseño es que únicamente una cara de la parte de la cubierta que se mueve tiene que trabajar contra la tinta relativamente viscosa en el interior de la cámara de la boquilla. Una desventaja de este diseño es que la construcción del accionamiento a partir de un elemento conductor de serpentina encerrado por un material polimérico es difícil de conseguir en un proceso de sistemas micro-electromecánicos.

35

40

La patente americana del solicitante US nº 6,623,101 describe una boquilla de chorro de tinta que comprende una cámara de la boquilla con una parte de la cubierta móvil que tiene un orificio de la boquilla definido en la misma. La parte de la cubierta móvil está conectada a través de un brazo a un accionamiento por flexión térmica colocado exteriormente a la cámara de la boquilla. El accionamiento adopta la forma de una viga activa superior separada de una viga pasiva inferior. Mediante la separación de las vigas activa y pasiva, el rendimiento de la flexión térmica se hace máximo puesto que la viga pasiva no puede actuar como disipador de calor para la viga activa. En el momento del paso de una corriente a través de la viga superior activa, la parte de la cubierta móvil, que tiene el orificio de la boquilla definido en la misma, se hace que gire hacia el fondo de la cámara de la boquilla, expulsándola de ese modo a través del orificio de la boquilla. Puesto que el orificio de la boquilla se mueve con la parte de la cubierta, la dirección de vuelo de la gota se puede controlar mediante una modificación adecuada de la forma del reborde de la boquilla. Una ventaja de este diseño es que únicamente una cara de la parte de la cubierta que se mueve tiene que trabajar contra la tinta relativamente viscosa en el interior de la cámara de la boquilla. Una ventaja adicional son las mínimas pérdidas térmicas conseguidas mediante la separación de los elementos de viga activa y pasiva. Una desventaja de este diseño es la pérdida de la rigidez estructural en la separación de los elementos de viga activa y pasiva.

45

50

55

La solicitud americana publicada del solicitante US nº 2005/243131 describe un conjunto de boquilla de chorro de tinta que comprende una cámara de la boquilla provista de una cubierta móvil. La cubierta móvil está acoplada con una pluralidad de accionamientos por flexión térmica, colocados exteriormente a la cámara de la boquilla, los cuales fuerzan a la cubierta móvil hacia un fondo de la cámara de la boquilla en el momento del accionamiento.

60

Existe la necesidad de mejorar el diseño de las boquillas de chorro de tinta por flexión térmica, de modo que se consiga una expulsión más eficaz de la gota y una rigidez mecánica mejorada.

65

Resumen de la invención

5 Por consiguiente, la presente invención proporciona un conjunto de boquilla de chorro de tinta como se detalla en la reivindicación 1. La invención también se refiere a un cabezal de imprimir de chorro de tinta o a un circuito integrado de cabezal de imprimir de chorro de tinta como se detalla en la reivindicación 15. Formas de realización ventajosas se describen en las reivindicaciones subordinadas.

Breve descripción de los dibujos

10 La figura 1 es una vista lateral esquemática de un accionamiento por flexión térmica de doble capa que comprende una viga activa formada a partir de una aleación de aluminio y vanadio;

15 las figuras 2(A) – (C) son vistas esquemáticas en sección lateral de un conjunto de boquilla de chorro de tinta que comprende un accionamiento por flexión térmica fundido en diversas etapas de funcionamiento;

la figura 3 es una vista en perspectiva del conjunto de boquilla representado en la figura 2(A);

20 la figura 4 es una vista en perspectiva de parte de un circuito integrado del cabezal de imprimir que comprende una matriz de conjuntos de boquilla, como se representa en las figuras 2(A) y 3;

la figura 5 es una vista en perspectiva cortada de un conjunto de boquilla de chorro de tinta que comprende un accionamiento por flexión térmica separado y una estructura de la cubierta que se mueve;

25 la figura 6 es una vista en perspectiva cortada del conjunto de boquilla de chorro de tinta representado en la figura 5 en una configuración accionada,

la figura 7 es una vista en perspectiva cortada del conjunto de chorro de tinta representado en la figura 5 inmediatamente después de la desactivación;

30 la figura 8 es una vista en sección lateral del conjunto de boquilla representado en la figura 6;

la figura 9 es una vista en sección lateral de un conjunto de boquilla de chorro de tinta que comprende una cubierta que tiene una parte que se mueve definida por un accionamiento por flexión térmica;

35 la figura 10 es una vista en perspectiva cortada del conjunto de boquilla representado en la figura 9;

la figura 11 es una vista en perspectiva del conjunto de boquilla representado en la figura 10;

40 la figura 12 es una vista en perspectiva cortada de una matriz de conjuntos de boquilla representados en la figura 10;

la figura 13 es una vista en sección lateral de un conjunto de boquilla de chorro de tinta alternativo que comprende una cubierta que tiene una parte que se mueve definida por un accionamiento por flexión térmica;

45 la figura 14 es una vista en perspectiva cortada del conjunto de boquilla representado en la figura 13;

la figura 15 es una vista en perspectiva del conjunto de boquilla representado en la figura 13;

50 la figura 16 es una vista lateral esquemática de un accionamiento por flexión térmica de tres capas que comprende una viga aislante intercalada formada de material poroso; y

la figura 17 es una vista lateral esquemática de un accionamiento por flexión térmica de dos capas que comprende una viga pasiva formada de material poroso.

55 Descripción detallada de la invención

Elemento activo termo elástico compuesto por una aleación de aluminio

60 Típicamente, un accionamiento por flexión térmica de sistemas micro electromecánicos (o accionamiento termo elástico) comprende un par de elementos en forma de un elemento activo y un elemento pasivo, el cual limita la dilatación lineal del elemento activo. El elemento activo se requiere que soporte una dilatación termo elástica mayor con relación al elemento pasivo, proporcionando de ese modo un movimiento de flexión. Los elementos pueden estar fundidos o unidos juntos para una máxima integridad estructural o separados para hacer mínimas las pérdidas térmicas al elemento pasivo.

65 Hasta ahora, el nitruro de titanio se ha descrito como siendo un candidato adecuado para un elemento termo elástico activo en un accionamiento por flexión térmica (véase, por ejemplo, el documento US 6,416,167). Otros materiales

adecuados descritos, por ejemplo, en la patente americana del solicitante N° 6,428,133 son TiB<sub>2</sub>, MoSi, y TiAlN.

5 En términos de su alta dilatación térmica y baja densidad, el aluminio es un candidato potente para utilizarlo como un elemento termo elástico activo. Sin embargo, el aluminio sufre de un módulo de Young relativamente bajo, lo cual quita valor a su rendimiento termo elástico global. Por consiguiente, el aluminio ha sido previamente desatendido como un material adecuado para utilizarlo en un elemento termo elástico activo.

10 Sin embargo ahora se ha encontrado que las aleaciones de aluminio son materiales excelentes para utilizarlos como elementos activos termo elásticos, puesto que combinan las propiedades ventajosas de alta dilatación térmica, baja densidad y alto módulo de Young.

15 Típicamente, el aluminio se alea con por lo menos un metal que tiene un módulo de Young de > 100 GPa. Típicamente, el aluminio se alea con por lo menos un material seleccionado a partir del grupo que comprende: vanadio, manganeso, cromo, cobalto y níquel. De forma sorprendente, se ha encontrado que las excelentes propiedades de dilatación térmica del aluminio no se comprometen cuando se alean con tales materiales.

Opcionalmente, la aleación comprende por lo menos el 60%, opcionalmente por lo menos el 70%, opcionalmente por lo menos el 80% u opcionalmente por lo menos el 90% de aluminio.

20 La figura 1 muestra un accionamiento por flexión térmica bimorfo 200 en forma de una viga en voladizo 201 fijada a un pilar 202. La viga en voladizo 201 comprende una viga activa inferior 210 unida a una viga pasiva superior 220 de dióxido de silicio. Los rendimientos termo elásticos del accionamiento 200 se compararon para vigas activas que comprenden: (i) 100% de Al; (ii) 95% de Al / 5% de V; y (iii) 90% de Al /10% de V.

25 Los rendimientos termo elásticos se compararon estimulando la viga activa 210 con un corto impulso eléctrico y midiendo la energía requerida para establecer una velocidad oscilatoria máxima de 3 m/s, como se determina mediante un interferómetro de láser. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Material de la viga activa	Energía requerida para alcanzar la velocidad oscilatoria máxima
100% de Al	466 nJ
95% de Al /5% de V	224 nJ
90% de Al/10% de V	219 nJ

30 Por lo tanto, la aleación de 95% de Al/5% de V requiere 2,08 veces menos energía que un dispositivo comparable del 100% de Al. Adicionalmente, la aleación de 90% de Al/10% de V requiere 2,12 veces menos energía que el dispositivo comparable del 100% de Al. Por lo tanto se concluyó que las aleaciones de aluminio son candidatas excelentes para utilizarlas como elementos termo elásticos activos en una gama de aplicaciones de sistemas micro electromecánicos, que incluyen los accionamientos por flexión térmica para boquillas de chorro de tinta.

35 Boquillas de chorro de tinta que comprenden un accionamiento por flexión térmica

Sigue a continuación una descripción de boquillas de chorro de tinta típicas, las cuales pueden incorporar un accionamiento por flexión térmica que tiene un elemento activo que comprende una aleación de aluminio.

40 Conjunto de boquilla que comprende un accionamiento por flexión térmica fundido

45 Volviendo inicialmente a las figuras 2(A) y 3, se representan ilustraciones esquemáticas de un conjunto de boquilla 100 según una primera forma de realización. El conjunto de boquilla 100 está formado por procesos de sistemas micro electromecánicos en una capa de estabilización 2 de un sustrato de silicio 3, como se describe en el documento US 6,416,167. El conjunto de boquilla 100 comprende una cámara de la boquilla 1 que tiene una cubierta 4 y una pared lateral 5. La cámara de la boquilla 1 se llena con tinta 6 por medio de un canal de entrada de tinta 7 grabado a través del sustrato 3. La cámara de la boquilla 1 adicionalmente incluye un orificio de la boquilla 8 para la expulsión de tinta desde la cámara de la boquilla. Un menisco de tinta 20 se prende a través de un reborde 21 del orificio de la boquilla 8 como se representa en la figura 2(A).

50 El conjunto de boquilla 100 adicionalmente comprende una paleta 9, colocada en el interior de la cámara de la boquilla 1, la cual está interconectada a través de un brazo 11 a un accionamiento 10 colocado exteriormente a la cámara de la boquilla. Como se representa más claramente en la figura 2, el brazo se extiende a través de una muesca 12 en la cámara de la boquilla 1. La tensión superficial de la tinta en el interior de la muesca 12 es suficiente para proporcionar una junta fluídica para la tinta contenida en la cámara de la boquilla 1.

55 El accionamiento 10 comprende una pluralidad de conjuntos de accionamiento alargados 13, los cuales están separados transversalmente. Cada conjunto de accionamiento se extiende entre un pilar fijo 14, el cual está montado en la capa de estabilización 2 y el brazo 11. Por lo tanto, el pilar 14 proporciona una articulación para el movimiento de flexión del accionamiento 10.

Cada conjunto de accionamiento 13 comprende una primera viga activa 15 y una segunda viga pasiva 16 fundida a una cara superior de la viga activa. La viga activa 15 es conductora y está conectada a un circuito de accionamiento en una capa de semiconductor complementario de óxido metálico (CMOS) del sustrato 3. La viga pasiva 16 típicamente es no conductora.

5 Con referencia ahora a la figura 2(B), cuando la corriente fluye a través de la viga activa 15, se calienta y sufre una dilatación térmica con relación a la viga pasiva 16. Esto causa el movimiento de flexión hacia arriba del accionamiento 10, el cual se amplifica en un movimiento giratorio de la paleta 9.

10 Este movimiento resultante de la aleta causa un incremento general en la presión alrededor del menisco de la tinta 20 el cual se expande, como se ilustra en la figura 1(B), de una manera rápida. Posteriormente el accionamiento se desactiva, lo cual causa que la aleta 9 vuelva a su posición de reposo (figura 2(C)).

15 Durante este ciclo de impulsión, una gotita de tinta 17 es expulsada desde el orificio de la boquilla 8 y al mismo tiempo la tinta 6 vuelve a fluir en el interior de la cámara de la boquilla 1 a través de la entrada de tinta 7. El momento de avance de la tinta en el exterior del reborde de la boquilla 21 y el correspondiente flujo hacia atrás resulta en un alargamiento uniforme repartido y una rotura de la gotita 17 la cual procede hacia un medio de impresión, como se representa en la figura 2(C). El menisco comprimido 20 causa que la tinta 6 sea aspirada al interior de la cámara de la boquilla 1 a través de la entrada de tinta 7. La cámara de la boquilla 1 se vuelve a llenar de tal manera que se alcanza otra vez la posición en la figura 2(A) y el conjunto de boquilla 100 está preparado para la expulsión de otra gotita de tinta.

20 Volviendo a la figura 3, se observará que los conjuntos de accionamiento 13 forman conicidad con respecto a sus ejes transversales, estando provistos de un extremo más estrecho conectado al pilar 14 y un extremo más ancho conectado al brazo 11. Esta conicidad asegura que el calentamiento resistivo máximo tiene lugar cerca del pilar 14, haciendo el máximo de ese modo el movimiento de flexión termo elástico.

25 Típicamente, la viga pasiva 16 está compuesta de dióxido de silicio o de ortosilicato de tetraetilo (TEOS – Tetraethyl orthosilicate) depositado por deposición química de vapor (CVD – Chemical Vapor Deposition). Como se representa en las figuras 2 a 4, el brazo 11 está formado a partir del mismo material.

30 En la presente invención, la viga activa 15 está compuesta de una aleación de aluminio, preferiblemente una aleación de aluminio y vanadio como se ha descrito antes en este documento.

35 Conjunto de boquilla que comprende un accionamiento por flexión térmica separado

Volviendo ahora a las figuras 5 a 8, se representa un conjunto de boquilla 300, según una segunda forma de realización. Con referencia a las figuras 5 a 7 de los dibujos adjuntos, el conjunto de boquilla 300 está construido (por medio de tecnología de sistemas micro electromecánicos) en un sustrato 301 que define un orificio de la  
40 abertura de suministro de tinta 302 a través de una entrada hexagonal 303 (la cual puede ser de cualquier otra configuración adecuada) en el interior de una cámara 304. La cámara está definida por una parte del fondo 305, una parte de cubierta 306 y paredes laterales periféricas 307 y 308 las cuales se solapan de una manera telescópica. Las paredes laterales 307, que cuelgan hacia abajo desde la parte de la cubierta 306, están dimensionadas para que se puedan mover hacia arriba y hacia abajo en el interior de las paredes laterales 308 las cuales son  
45 dependientes hacia arriba desde la parte del fondo 305.

La boquilla de expulsión está formada por un reborde 309 colocado en la parte de cubierta 306 de modo que definen un orificio para la expulsión de la tinta desde la cámara de la boquilla como se describirá adicionalmente más adelante en este documento.

50 La parte de la cubierta 306 y las paredes laterales que cuelgan hacia abajo 307 están sostenidas por un accionamiento por flexión 310 típicamente compuesto de dos capas que forman un voladizo calentado por calor Joule el cual está limitado por un voladizo no calentado, de modo que el calentamiento del voladizo calentado por calor Joule causa una dilatación diferencial entre el voladizo calentado por Joule y el voladizo no calentado causando que el accionamiento por flexión 310 flexione.

55 El extremo próximo 311 del accionamiento por flexión está fijado al sustrato 301 y se evita que se vuelva hacia atrás mediante un elemento de anclaje 312 el cual será descrito más adelante en este documento y el extremo distante 313 está asegurado a, y sostiene, la parte de la cubierta 306 y las paredes laterales 307 de la boquilla de chorro de tinta.

60 En utilización, la tinta es suministrada al interior de la cámara de la boquilla a través del paso 302 y el orificio 303 de cualquier manera adecuada. Cuando se desea expulsar una gota de tinta desde la cámara de la boquilla, se suministra una corriente eléctrica al accionamiento por flexión 310 causando que el accionamiento flexione hasta la posición representada en la figura 6 y mueva la parte de la cubierta 306 hacia abajo hacia la parte del fondo 305. Este movimiento relativo disminuye el volumen de la cámara de la boquilla, causando que la tinta pandee hacia  
65

arriba a través del reborde de la boquilla 309 como se representa en 314 (figura 6) en donde es formada a modo de una gotita por la tensión superficial de la tinta.

5 Cuando se quita la corriente eléctrica del accionamiento por flexión 310, el accionamiento revierte a la configuración recta como se representa en la figura 7 moviendo la parte de la cubierta 306 y la cámara de la boquilla hacia arriba hasta la ubicación original. La impulsión de la gotita de tinta parcialmente formada 314 causa que la gotita continúe moviéndose hacia arriba formando una gota de tinta 315 como se representa en la figura 7 la cual es proyectada sobre la superficie de papel adyacente o bien otro artículo que se va a imprimir.

10 En una forma de la invención, el orificio 303 en la parte del fondo 305 es relativamente grande comparado con la sección transversal de la cámara de la boquilla y la gotita de tinta se causa que sea expulsada a través del reborde de la boquilla 309 en el momento del movimiento hacia abajo de la parte de la cubierta 306 mediante un arrastre viscoso en las paredes laterales de la abertura 302 y en los conductos de suministro que conducen desde el depósito de tinta (no representado) hasta el orificio 302.

15 A fin de evitar la fuga de tinta desde la cámara de la boquilla durante el accionamiento esto es durante la flexión del accionamiento por flexión 310, se forma una junta fluidica entre las paredes laterales 307 y 308 como se describirá ahora adicionalmente con referencia específica a las figuras 7 y 8.

20 La tinta es retenida en la cámara de la boquilla durante el movimiento relativo de la parte de la cubierta 306 y la parte del fondo 305 mediante las características geométricas de las paredes laterales 307 y 308 las cuales aseguran que la tinta es retenida en el interior de la cámara de la boquilla por la tensión superficial. Con este propósito, está provisto un espacio muy fino entre la pared lateral que cuelga hacia abajo 307 y la superficie encarada mutuamente 316 de la pared lateral que depende hacia arriba 308. Como se puede ver claramente en la figura 8 la tinta (representada como un área sombreada oscura) es retenida en el interior de la pequeña abertura entre la pared lateral que cuelga hacia abajo 307 y las caras hacia dentro 316 de la pared lateral que se extiende hacia arriba por la proximidad de las dos paredes laterales lo cual asegura que la tinta se "auto sella" a través del orificio abierto 317 por la tensión superficial, debido a la estrecha proximidad de las paredes laterales.

30 A fin de tomar precauciones sobre cualquier cantidad de tinta que se pueda escapar de la tensión superficial que la contiene debido a impurezas o bien otros factores los cuales puedan romper la tensión superficial, la pared lateral que depende hacia arriba 308 está provista en forma de un canal encarado hacia arriba que tiene no sólo la superficie interior 316 sino también una superficie exterior paralela separada 18 formando un canal en forma de U 319 entre las dos superficies. Cualquier gota de tinta que escape de la tensión superficial entre la superficies 307 y 35 316, se derrama en el interior del canal en forma de U en donde es retenida en lugar de producir un efecto "mecha" a través de la superficie de los estratos de la boquilla. De esta manera, se forma una junta fluidica de pared dual la cual es eficaz en la retención de la tinta en el interior del mecanismo de boquilla que se mueve.

40 Con referencia a la figura 8, se verá que el accionamiento 310 comprende una primera viga activa 358 dispuesta por encima y separada de una segunda viga pasiva 360. Separando las dos vigas, la transferencia térmica desde la viga activa 358 a la viga pasiva 360 se hace mínima. Por consiguiente, esta disposición separada tiene la ventaja de que hace máximo el rendimiento termo elástico. En la presente invención, la viga activa 358 puede comprender una aleación de aluminio, como ha sido descrito antes en este documento, tal como una aleación de aluminio y vanadio.

45 Accionamiento por flexión térmica que define el movimiento de la cubierta de la boquilla

Las formas de realización ejemplarizadas por las figuras 5 a 8 muestran un conjunto de boquilla 300 que comprende una cámara de la boquilla 304 que tiene una parte de la cubierta 306 la cual se mueve con relación a la parte del fondo 305 de la cámara. La parte de la cubierta móvil 306 es accionada para que se mueva hacia la parte del fondo 50 305 por medio de un accionamiento por flexión térmica de dos capas 310 colocado exteriormente a la cámara de la boquilla 305.

Una cubierta que se mueve baja la energía de expulsión de la gota, puesto que únicamente una cara de la estructura que se mueve tiene que realizar el trabajo contra la tinta viscosa. Sin embargo, todavía existe la necesidad de incrementar la cantidad de potencia disponible para la expulsión de la gota. Incrementando la cantidad de potencia, se puede utilizar una amplitud del impulso más corta para proporcionar la misma cantidad de energía. Con amplitudes de los impulsos más cortas, se pueden conseguir características de expulsión de la gota mejoradas.

Un medio para incrementar la potencia del accionamiento es incrementar el tamaño del accionamiento. Sin embargo, en el diseño de la boquilla representada en las figuras 5 a 8, es evidente que un incremento en el tamaño del accionamiento afectará negativamente a la separación de la boquilla, lo cual es indeseable en la fabricación de cabezales de imprimir anchos de página de alta resolución.

Una solución a este problema está provista por el conjunto de boquilla 400 representado en las figuras 9 a 12. El conjunto de boquilla 400 comprende una cámara de la boquilla 401 formada en una capa estabilizada de semiconductor complementario de oxido metálico 402 de un sustrato de silicio 403. La cámara de la boquilla está

definida por una cubierta 404 y paredes laterales 405 que se extienden desde la cubierta hasta la capa estabilizada de semiconductor complementario de óxido metálico 402. La tinta es suministrada a la cámara de la boquilla 401 por medio de una entrada de tinta 406 en comunicación fluida con un canal de suministro de tinta 407 que recibe tinta desde el lado posterior del sustrato de silicio. La tinta es expulsada desde la cámara de la boquilla 401 por medio de un orificio de la boquilla 408 definido en la cubierta 404. El orificio de la boquilla 408 está desplazado de la entrada de tinta 406.

Como se representa más claramente en la figura 10, la cubierta 404 tiene una parte que se mueve 409, la cual define una parte sustancial del área total de la cubierta. Típicamente, la parte que se mueve 409 define por lo menos el 20%, por lo menos el 30%, por lo menos el 40% o por lo menos el 50% del área total de la cubierta 404. En la forma de realización representada en las figuras 9 a 12, el orificio de la boquilla 408 y el reborde de la boquilla 415 están definidos en la parte que se mueve 409, de tal modo que el orificio de la boquilla y el reborde de la boquilla se mueven con la parte que se mueve.

El conjunto de boquilla 400 está caracterizado porque la parte que se mueve 409 está definida por un accionamiento por flexión térmica 410 que tiene una viga activa superior plana 411 y una viga pasiva inferior plana 412. Por lo tanto, el accionamiento 410 típicamente define por lo menos el 20%, por lo menos el 30%, por lo menos el 40%, o por lo menos el 50% del área total de la cubierta 404. De forma correspondiente, la viga activa superior 411 típicamente define por lo menos el 20%, por lo menos el 30%, por lo menos el 40%, o por lo menos el 50% del área total de la cubierta 404.

Como se representa en las figuras 9 y 10, por lo menos parte de la viga activa superior 411 está separada de la viga pasiva inferior 412 para hacer máximo el aislamiento térmico de las dos vigas. Más específicamente, se utiliza una capa de Ti como una capa de puente 413 entre la viga activa superior 411 que comprende TiN y la viga pasiva inferior 412 que comprende SiO<sub>2</sub>. La capa de puente 413 permite que se defina un espacio 414 en el accionamiento 410 entre las vigas activa y pasiva. Este espacio 414 mejora el rendimiento global del accionamiento 410 haciendo mínima la transferencia térmica desde la viga activa 411 hacia la viga pasiva 412.

Sin embargo, por supuesto se apreciará que la viga activa 411, alternativamente, puede estar fundida o unida directamente a la viga pasiva 412 para una rigidez estructural mejorada. Modificaciones del diseño de este tipo estarán dentro del ámbito de una persona experta y están comprendidas dentro del ámbito de la presente invención.

La viga activa 411 está conectada a un par de contactos 416 (positivo y tierra) a través de la capa de puente de Ti. Los contactos 416 conectan con el circuito de accionamiento en las capas de semiconductor complementario de óxido metálico.

Bandos se requiere expulsar una gotita de tinta desde la cámara de la boquilla 401, una corriente fluye a través de la viga activa 411 entre los dos contactos 416. La viga activa 411 es calentada rápidamente por la corriente y se dilata con relación a la viga pasiva 412, causando de ese modo que el accionamiento 410 (el cual define la parte que se mueve 409 de la cubierta 404) flexione hacia abajo hacia el sustrato 403. Este movimiento del accionamiento 410 causa la expulsión de tinta desde el orificio de la boquilla 408 por un incremento rápido de la presión en el interior de la cámara de la boquilla 401. Cuando la corriente deja de fluir, la parte que se mueve 409 de la cubierta 404 se permite que vuelva a su posición de reposo, lo cual aspira tinta desde la entrada 406 al interior de la cámara de la boquilla 401, en buena disposición para la siguiente expulsión.

Por consiguiente, el principio de la expulsión de la gotita de tinta es análogo a aquél descrito antes en este documento con relación al conjunto de boquilla 300. Sin embargo, con el accionamiento por flexión térmica 410 que definen la parte que se mueve 409 de la cubierta 404, una cantidad mucho mayor de potencia se hace disponible para la expulsión de la gotita, puesto que la viga activa 411 tiene un área grande comparada con el tamaño global del conjunto de boquilla 400.

Volviendo a la figura 12, se apreciará rápidamente que el conjunto de boquilla 400 (así como todos los otros conjuntos de boquilla descritos en este documento) se puede hacer repetitivo en una matriz de conjuntos de boquilla para definir un cabezal de imprimir o un circuito integrado de cabezal de imprimir. Un circuito integrado de cabezal de imprimir comprende un sustrato de silicio, una matriz de conjuntos de boquilla (típicamente dispuestos en filas) incrustada en el sustrato y un circuito de accionamiento para los conjuntos de boquilla. Una pluralidad de circuitos integrados del cabezal de imprimir pueden estar apoyados o vinculados para formar un cabezal de imprimir de chorro de tinta de ancho de página, como se describe, por ejemplo, en las solicitudes anteriores del solicitante US N° 10/854,491 presentada el 27 mayo 2004 y 11/014,732 presentada el 20 diciembre 2004.

El conjunto de boquilla 500 representado en las figuras 13 a 15 es similar al conjunto de boquilla 400 en tanto en cuanto un accionamiento por flexión térmica 510, que tiene una viga activa superior 511 y una viga pasiva inferior 512, define una parte que se mueve de una cubierta 504 de la cámara de la boquilla 501. Por lo tanto, el conjunto de boquilla 500 consigue las mismas ventajas, en términos de potencia incrementada, que el conjunto de boquilla 400.

Sin embargo, al contrario del conjunto de boquilla 400, el orificio 508 y el reborde 515 de la boquilla no están

definidos por la parte que se mueve de la cubierta 504. En cambio, el orificio 508 y el reborde 515 de la boquilla están definidos en una parte fija de la cubierta 504 de tal modo que el accionamiento 510 se mueve independientemente del orificio y el reborde de la boquilla durante la expulsión de la gotita. Una ventaja de esta instalación es que proporciona un control más fácil de la dirección de vuelo de la gota.

5 Por supuesto se apreciará que las aleaciones de aluminio, con su ventaja inherente del rendimiento de flexión térmica mejorado, pueden ser utilizadas como la viga activa en cualquiera de los accionamientos por flexión térmica 410 y 510 descritos antes con relación a las formas de realización representadas en las figuras 9 a 15.

10 Los conjuntos de boquilla 400 y 500 pueden estar contruidos utilizando tecnologías adecuadas de sistemas micro electromecánicos, de una manera análoga a los procesos de fabricación de boquillas de chorro de tinta ejemplarizados en las patentes anteriores del solicitante US N° 6,416,167 y 6,755,509.

Viga activa provista de una rigidez óptima en una dirección de flexión

15 Con referencia ahora a las figuras 11 y 15, se verá que las vigas activas superiores 411 y 511 de los accionamientos 410 y 510 comprenden, cada una de ellas, un elemento de viga tortuoso que tiene tanto una configuración de curvatura (en el caso de la viga 411) o de serpentina (en el caso de la viga 511). El elemento de viga tortuoso es alargado y tiene un área de la sección transversal relativamente pequeña adecuada para el calentamiento resistivo. Además, la configuración tortuosa permite que los extremos respectivos del elemento de la viga sean conectados a contactos respectivos colocados en un extremo del accionamiento, simplificando el diseño y la construcción global del conjunto de boquilla.

20 Con referencia específicamente a las figuras 14 y 15, un elemento de viga alargado 520 tiene una configuración de serpentina que define la viga en voladizo activa alargada 511 del accionamiento 510. El elemento de viga de serpentina 520 tiene una trayectoria tortuosa plana que conecta un primer contacto eléctrico 516 con un segundo contacto eléctrico 516. Los contactos eléctricos 516 (positivo y tierra) están colocados en un extremo del accionamiento 510 y proporcionan conexión eléctrica entre el circuito de accionamiento en las capas de semiconductor complementario de óxido metálico 502 y la viga activa 511.

25 El elemento de viga de serpentina 520 está fabricado mediante técnicas normales de grabado litográfico y está definido por una pluralidad de elementos de viga contiguos. En general, los elementos de viga pueden estar definidos como partes macizas de material de la viga, las cuales se extienden sustancialmente linealmente en, por ejemplo, una dirección longitudinal o transversal. Los elementos de viga del elemento de viga 520 comprenden elementos de viga más largos 521, los cuales se extienden a lo largo de un eje longitudinal de la viga en voladizo alargada 511 y elementos de viga más cortos 522, los cuales se extienden a través de un eje transversal de la viga en voladizo alargada 511. Una ventaja de esta configuración para el elemento de viga de serpentina 520 es que proporciona una rigidez máxima en la dirección de flexión de la viga en voladizo 511. La rigidez en la dirección de flexión es ventajosa porque facilita la flexión del accionamiento 510 de vuelta a su posición de reposo después de cada actuación.

30 Se apreciará que la configuración de la viga activa flexionada para el conjunto de boquilla 400 representado en la figura 11 consigue las mismas ventajas o similares a aquellas descritas antes en este documento con relación al conjunto de boquilla 500. En la figura 11, los elementos de viga más largos, que se extiende longitudinalmente, están indicados como 421, mientras el elemento de viga más corto de interconexión, que se extiende transversalmente, está indicado como 422.

Utilización de material poroso para mejorar el rendimiento térmico

35 En todas las formas de realización descritas antes en este documento, así como todas las otras formas de realización de accionamientos por flexión térmica descritos por el presente solicitante, la viga activa tanto está unida a la viga pasiva para la rigidez estructural (véanse las figuras 1 y 2), como la viga activa está separada de la viga pasiva para un máximo rendimiento térmico (véase la figura 8). El rendimiento térmico provisto por cualquier espacio de aire entre las vigas es, por supuesto, deseable. Sin embargo, esta mejora en el rendimiento térmico generalmente es a expensas de la rigidez estructural y de una propensión al abarquillamiento del accionamiento por flexión térmica.

40 La patente americana US N° 6,163,066 describe un aislante de dióxido de silicio poroso, que tiene una constante dieléctrica de aproximadamente 2,0 o inferior. El material está formado por deposición de carburo de silicio y oxidación del componente de carbono para formar dióxido de silicio poroso. Incrementando la relación de carbono con respecto al silicio, la porosidad del dióxido de silicio poroso resultante se puede incrementar. Se sabe que el dióxido de silicio poroso es útil como una capa de estabilización en circuitos integrados para reducir la resistencia parasitaria.

65 Sin embargo, el presente solicitante ha encontrado que los materiales porosos de este tipo son útiles para mejorar el rendimiento de los accionamientos por flexión térmica. Un material poroso tanto puede ser utilizado como una capa



aislante entre una viga activa y una viga pasiva, como puede ser utilizado como la propia viga pasiva.

5 La figura 16 muestra un accionamiento por flexión térmica 600 que comprende una viga activa superior 601, una viga pasiva inferior 602 y una capa aislante 603 intercalada entre las vigas superior e inferior. La viga aislante comprende dióxido de silicio poroso, mientras las vigas activa y pasiva 601 y 602 pueden comprender cualquier material adecuado, tal como TiN y SiO<sub>2</sub>, respectivamente.

10 La porosidad de la capa aislante 603 proporciona un aislamiento térmico excelente entre las vigas activa y pasiva 601 y 602. La capa aislante 603 también proporciona al accionamiento 600 una rigidez estructural. Por lo tanto, el accionamiento 600 combina las ventajas de ambos tipos de accionamiento por flexión térmica descritos antes en este documento con relación a las figuras 1, 2 y 8.

15 Alternativamente y como se representa en la figura 17, el material poroso simplemente puede formar la capa pasiva de un accionamiento por flexión térmica de dos capas. Por consiguiente, el accionamiento por flexión térmica 650 comprende una viga activa superior 651 compuesta de TiN y una viga pasiva inferior 652 compuesta de dióxido de silicio poroso.

20 Por supuesto, se apreciará que los accionamientos por flexión térmica de los tipos representados en las figuras 16 y 17 pueden estar incorporados en cualquier boquilla de chorro de tinta adecuada o bien otro dispositivo de sistemas micro electromecánicos. Las mejoras en el rendimiento térmico y la rigidez estructural hacen tales accionamientos atractivos en cualquier aplicación de sistemas micro electromecánicos que requieran un accionamiento mecánico o transductor.

25 Los accionamientos por flexión térmica de los tipos representados en las figuras 16 y 17 son particularmente adecuados para utilizarlos en los conjuntos de boquilla de chorro de tinta 400 y 500 descritos antes en este documento. La persona experta en la técnica apreciará rápidamente que modificaciones apropiadas de los accionamientos por flexión térmica 410 y 10 realizarán las mejoras anteriormente mencionadas en el rendimiento térmico y la rigidez estructural.

30 Adicionalmente también se apreciará que los elementos de viga activa 601 y 651 en los accionamientos por flexión térmica 600 y 650 descritos antes pueden comprender una aleación de aluminio, como ha sido descrito en este documento, para mejoras adicionales en el rendimiento por flexión térmica.

35 Por supuesto, se apreciará que la presente invención ha sido descrita a título de ejemplo únicamente y que se pueden realizar modificaciones de los detalles dentro del ámbito de la invención, la cual está definida en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un conjunto de boquilla de chorro de tinta (400) que comprende:
- 5 una cámara de la boquilla (401) para contener tinta, dicha cámara de la boquilla comprendiendo un fondo (402) y una cubierta (404), dicha cubierta estando provista de un orificio de la boquilla (408) definido en la misma y dicha cubierta estando provista de una parte que se mueve (409) móvil hacia el fondo; y
- 10 un accionamiento por flexión térmica (410), que tiene una pluralidad de vigas en voladizo, para la expulsión de tinta a través del orificio de la boquilla,
- en el que dicho accionamiento por flexión térmica (410) comprende:
- 15 una primera viga activa (411) para la conexión a un circuito de accionamiento; y
- una segunda viga pasiva (412) que coopera mecánicamente con la primera viga, de tal modo que cuando una corriente pasa a través de la primera viga, la primera viga se dilata con relación a la segunda viga, resultando en la flexión del accionamiento,
- 20 caracterizado porque:
- la parte que se mueve (409) del fondo (404) comprende el accionamiento por flexión térmica.
2. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 1 en el que la primera viga activa (411) define por lo menos el 30% de un área total de la cubierta (404).
3. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 1 en el que la primera viga activa (411) define por lo menos parte de una superficie exterior de dicha cubierta (404).
- 30 4. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 1 en el que el orificio de la boquilla (408) está definido en la parte que se mueve (409), de tal modo que el orificio de la boquilla es móvil con relación al fondo (402).
5. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 1 en el que el accionamiento (510) es móvil con relación al orificio de la boquilla (508).
- 35 6. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 1 en el que la primera viga (511) está definida por un elemento de viga tortuoso (520), dicho elemento de viga tortuoso estando provisto de una pluralidad de elementos de viga contiguos.
- 40 7. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 6 en el que la pluralidad de elementos de viga contiguos comprende una pluralidad de elementos de viga más largos (521) que se extienden a lo largo de un eje longitudinal de la primera viga y por lo menos un elemento de viga más corto (522) que se extiende a través de un eje transversal de la primera viga y que interconecta los elementos de viga más largos.
- 45 8. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 1 en el que una de dicha pluralidad de vigas comprende un material poroso.
9. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 8 en el que dicho material poroso es dióxido de silicio poroso que tienen una constante dialéctica de 2 o inferior.
- 50 10. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 1 en el que el accionamiento por flexión térmica (410) adicionalmente comprende una tercera viga aislante intercalada entre la primera viga (411) y la segunda viga (412).
- 55 11. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 10 en el que la tercera viga aislante comprende un material poroso.
12. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 1 en el que la primera viga (411) está fundida en la segunda viga (412).
- 60 13. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 1 en el que por lo menos parte de la primera viga (411) está separada de la segunda viga (412).

14. El conjunto de boquilla de chorro de tinta de la reivindicación 1 en el que la primera viga (411) comprende un material seleccionado a partir del grupo que comprende: nitruro de titanio, nitruro de aluminio titanio y una aleación de aluminio.
- 5 15. Un cabezal de imprimir de chorro de tinta o un circuito integrado de cabezal de imprimir de chorro de tinta que comprende una matriz de conjuntos de boquilla según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

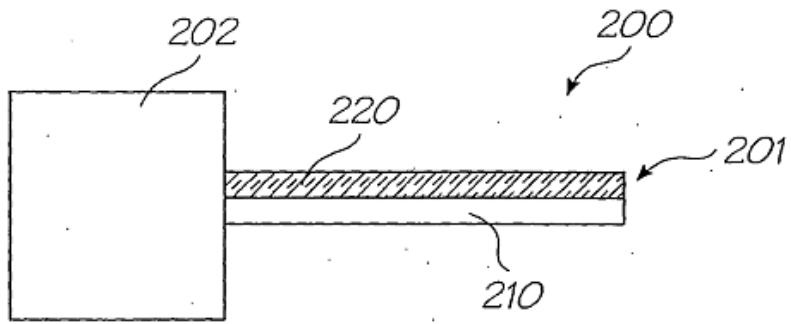
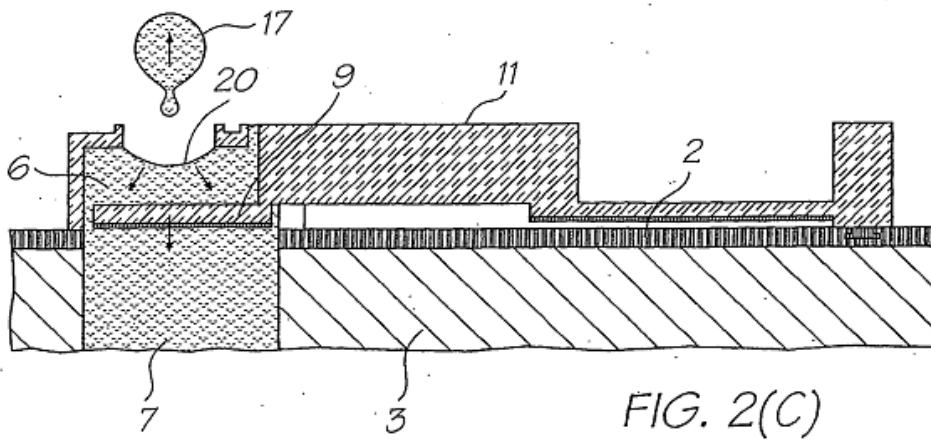
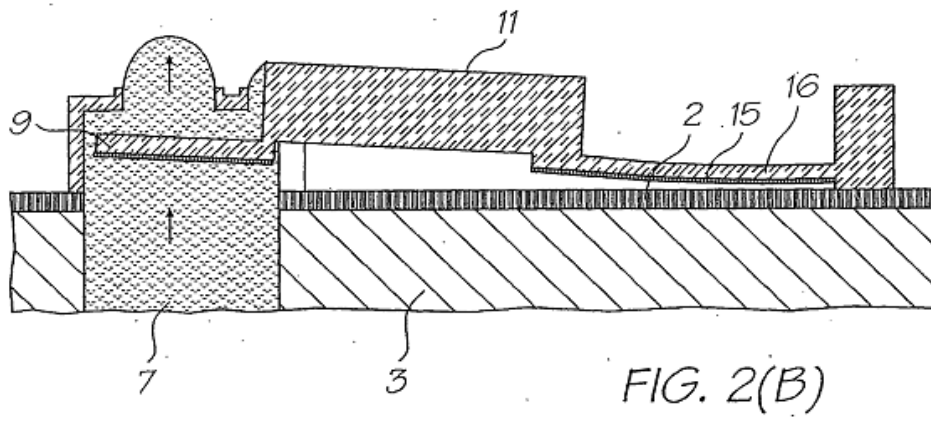
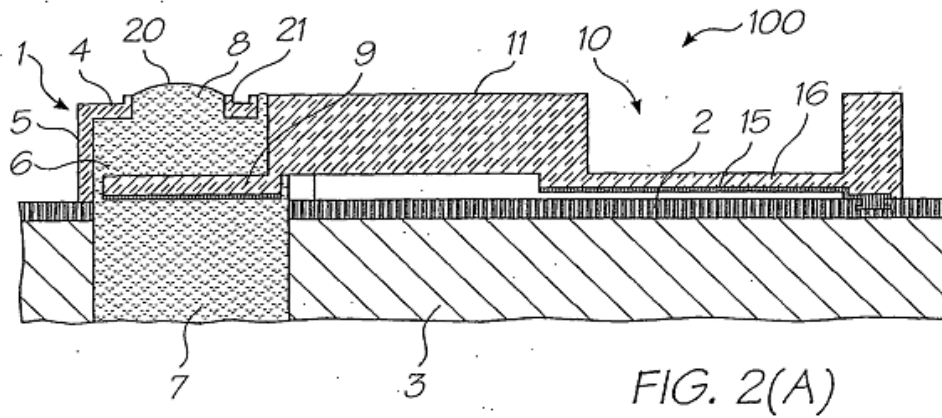
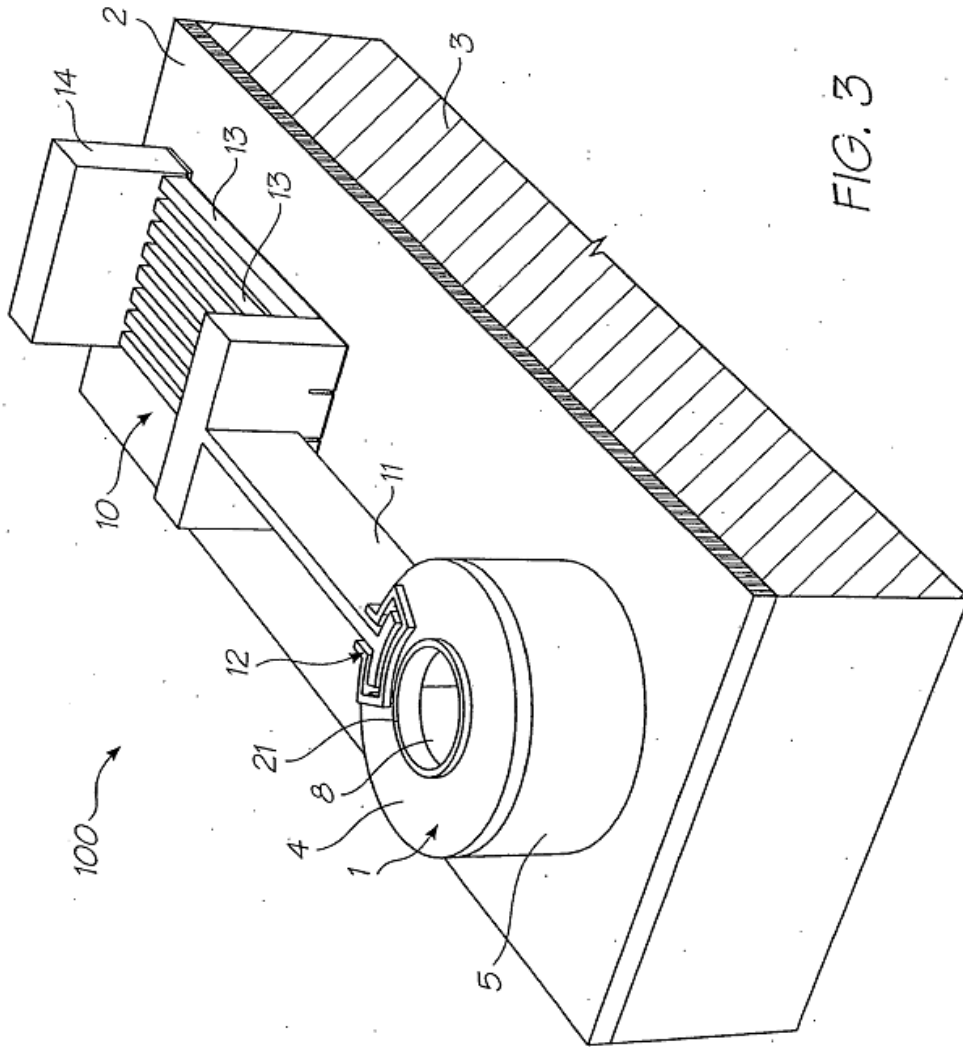
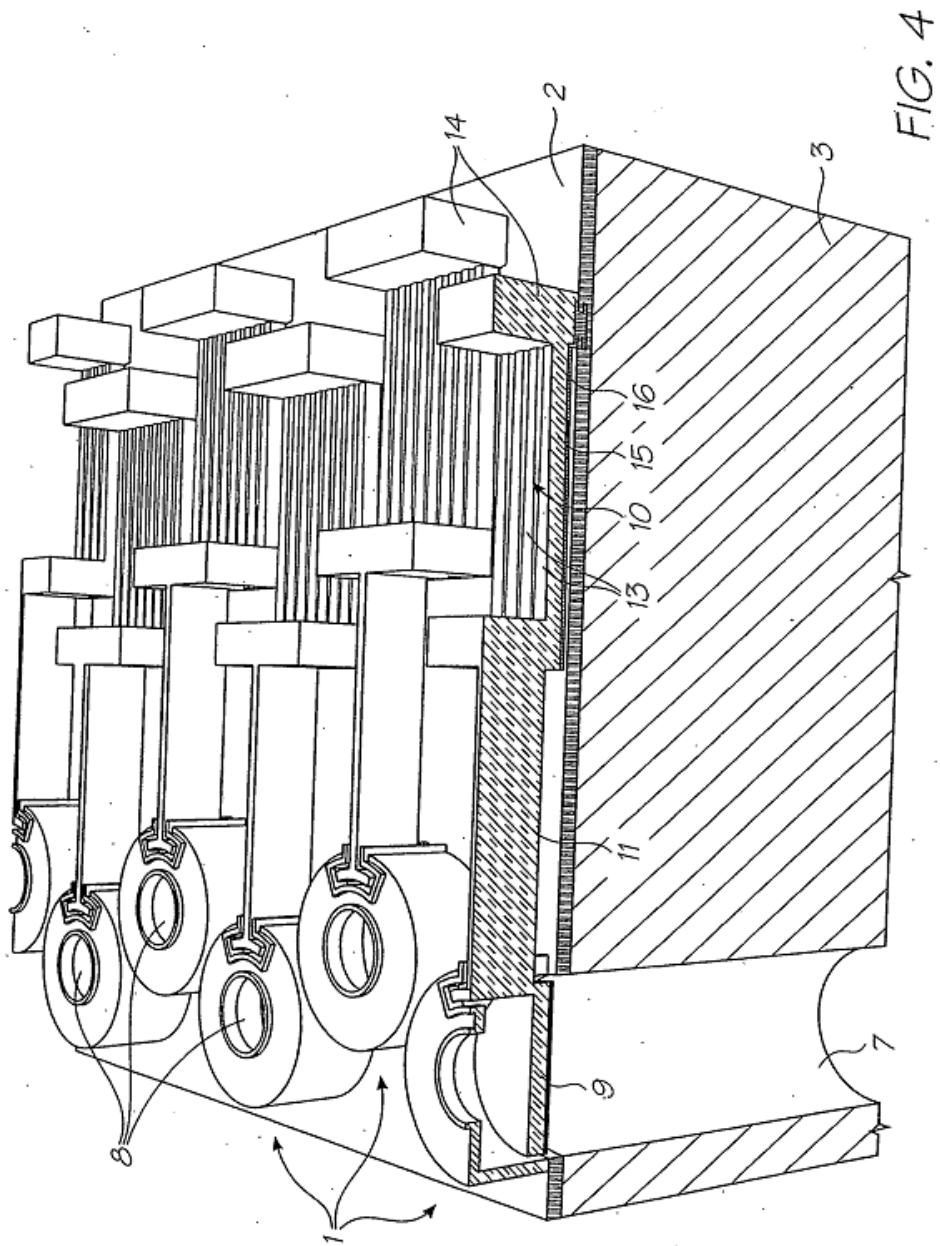


FIG. 1







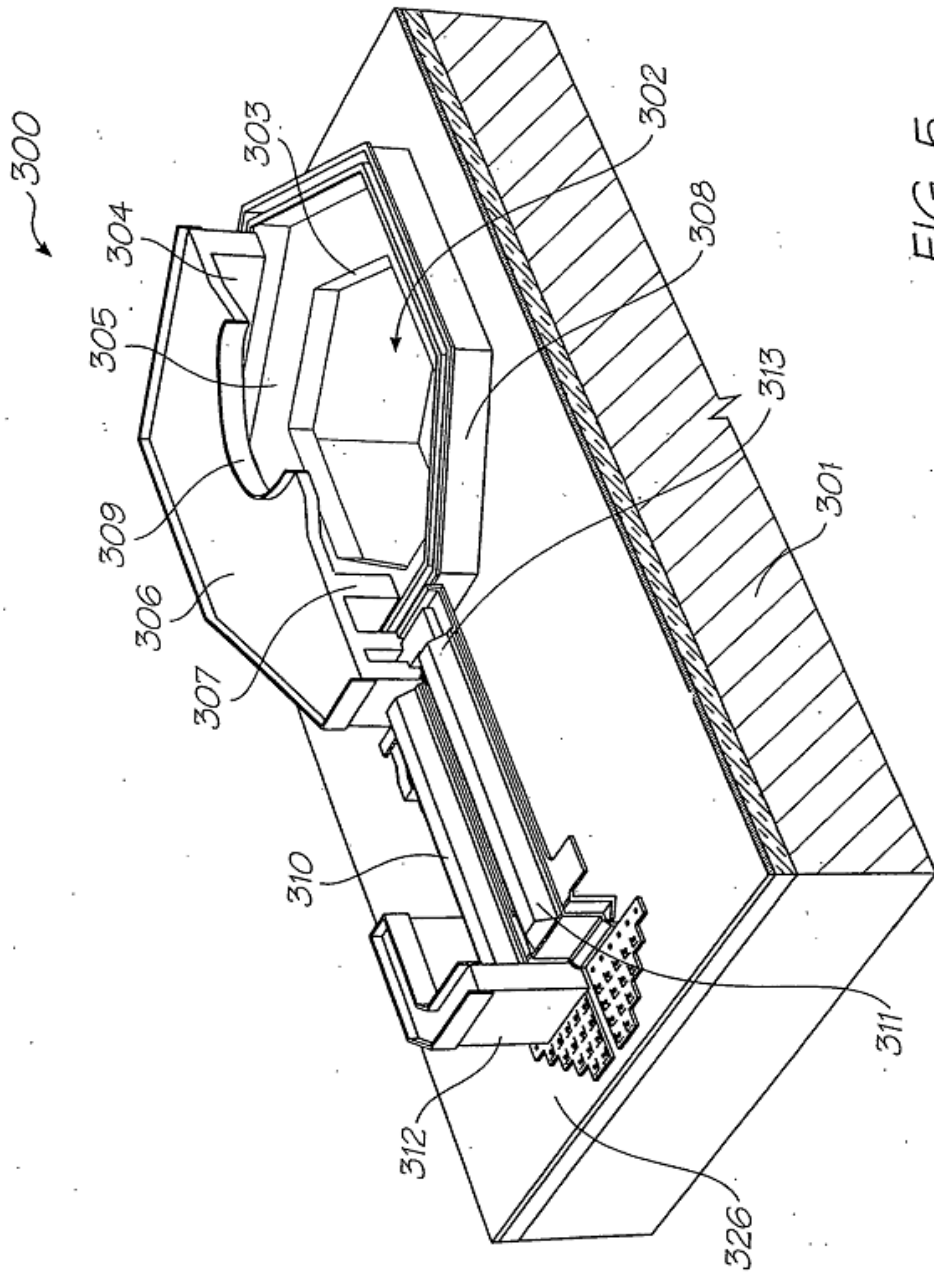


FIG. 5



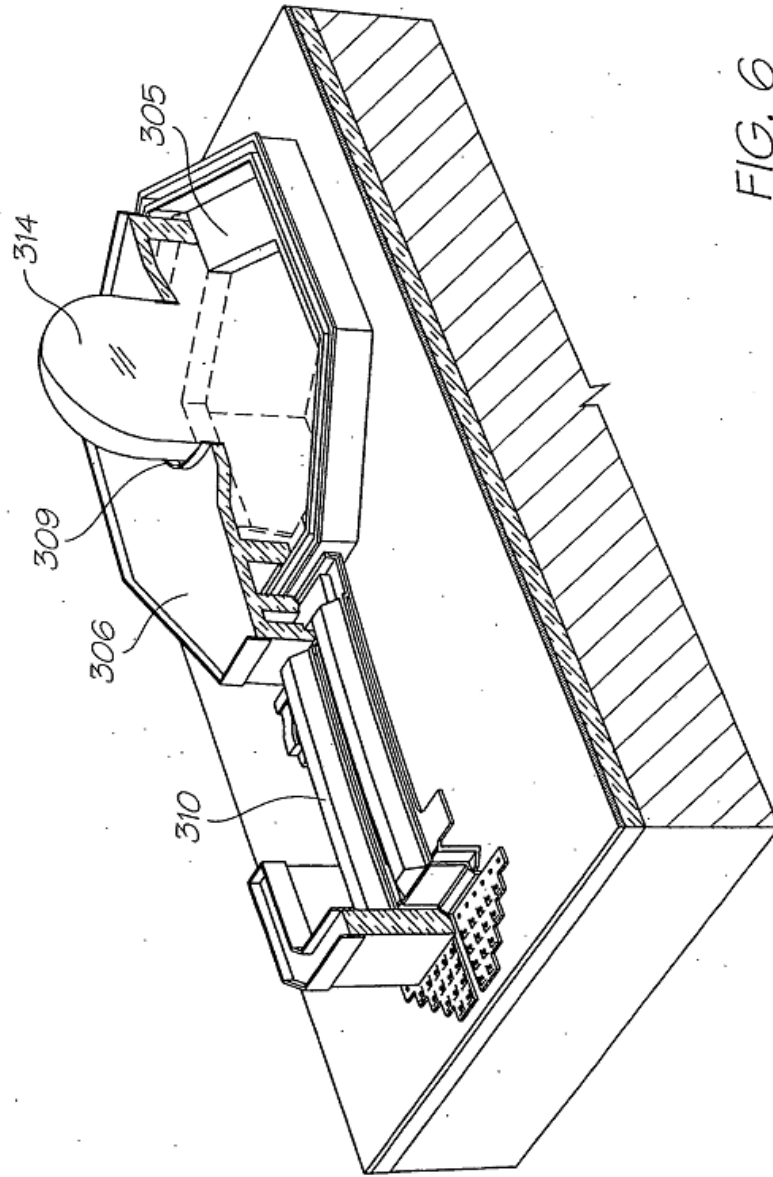


FIG. 6

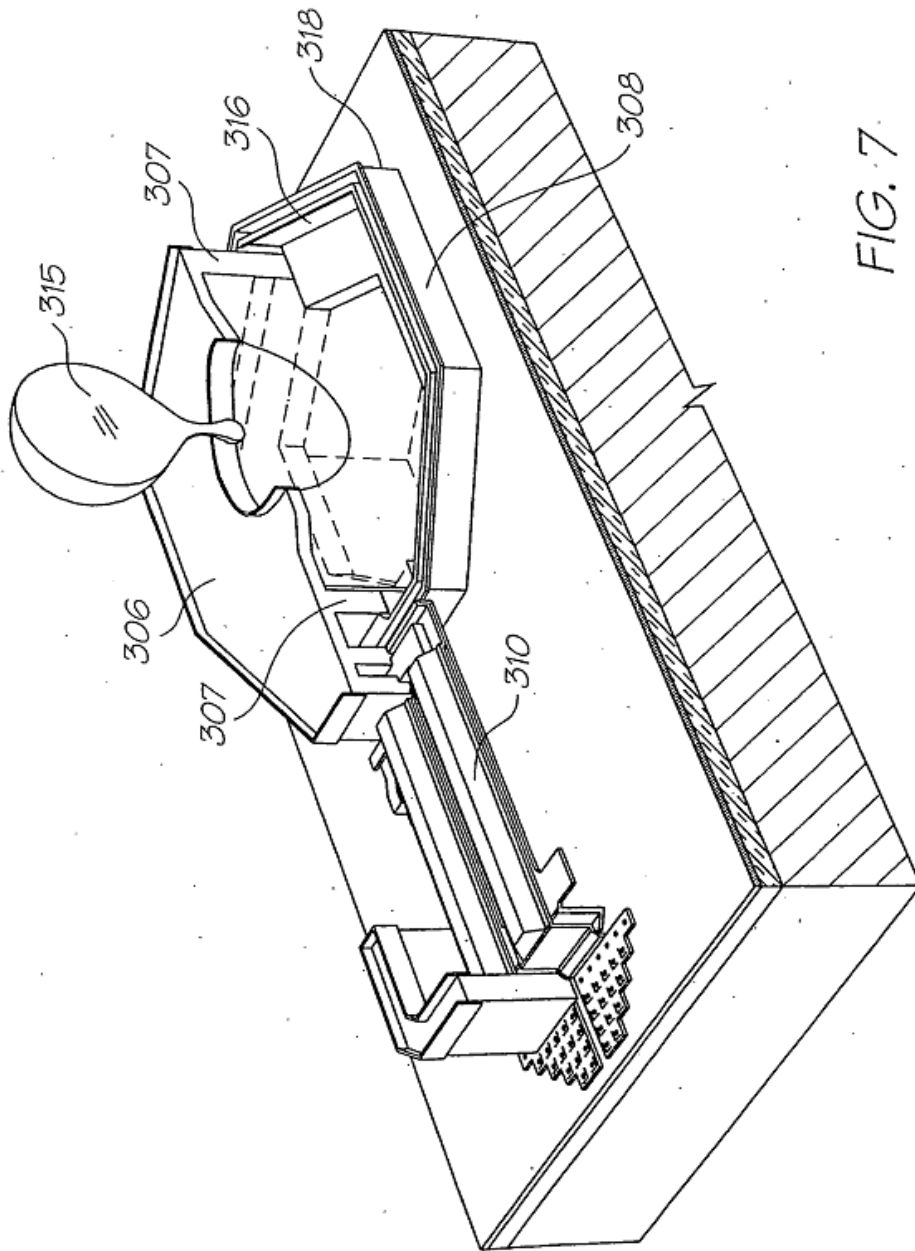


FIG. 7

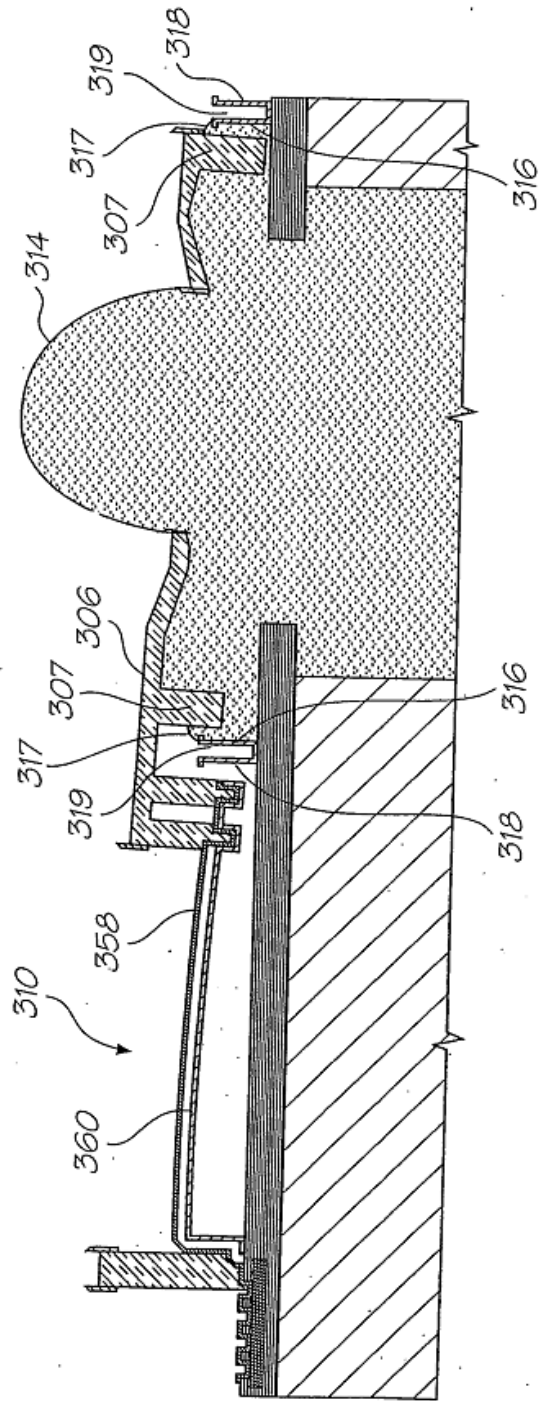


FIG. 8

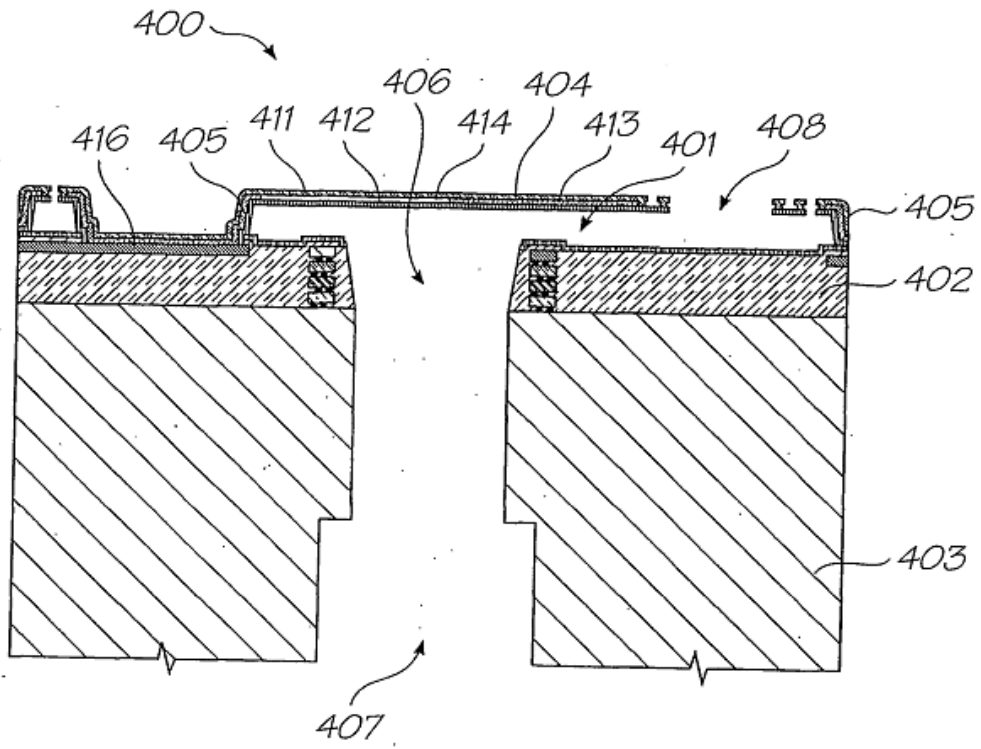


FIG. 9

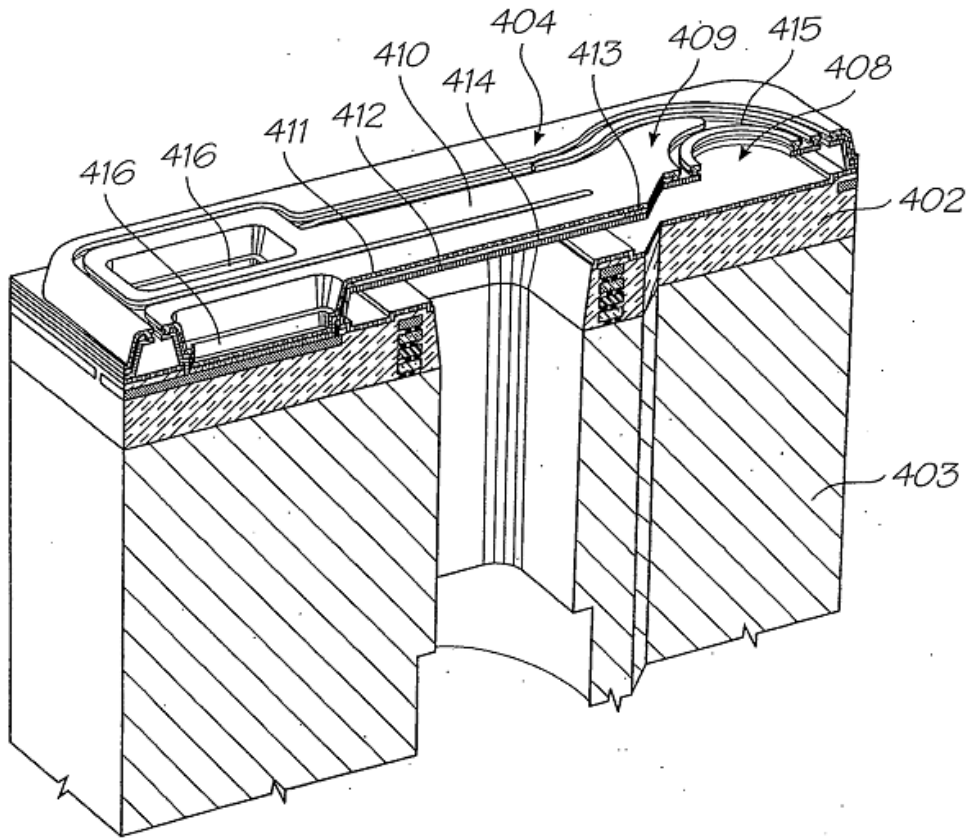


FIG. 10

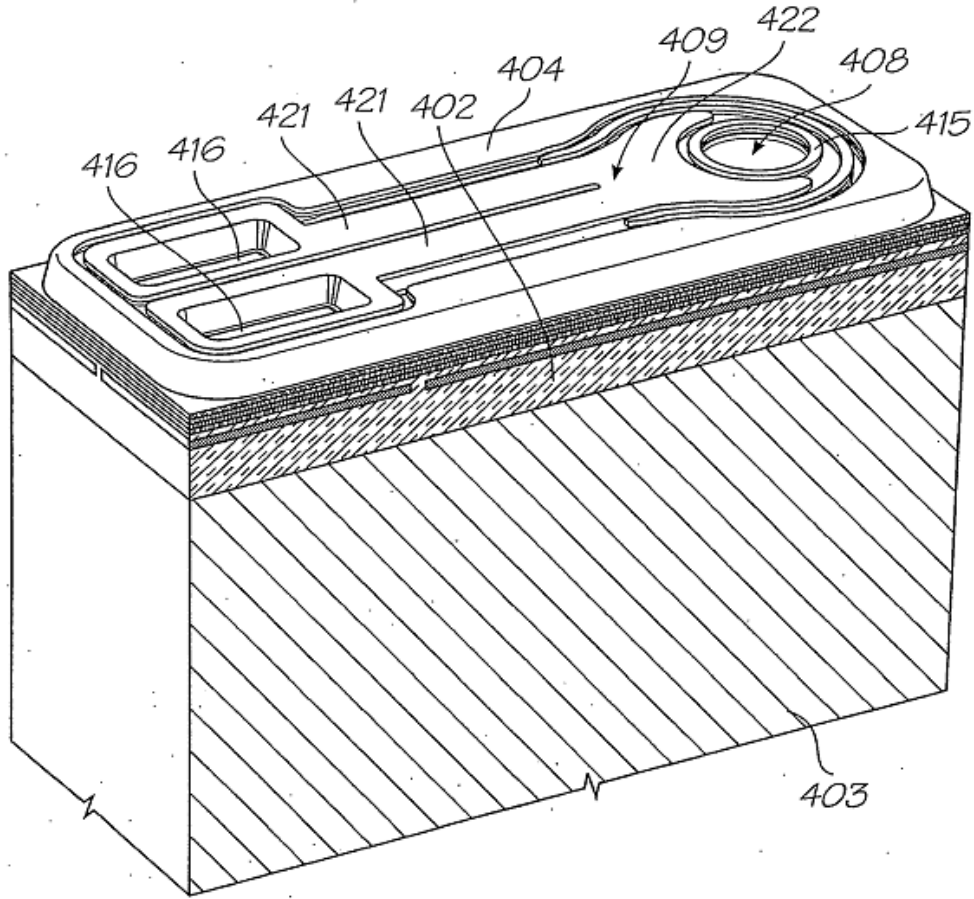
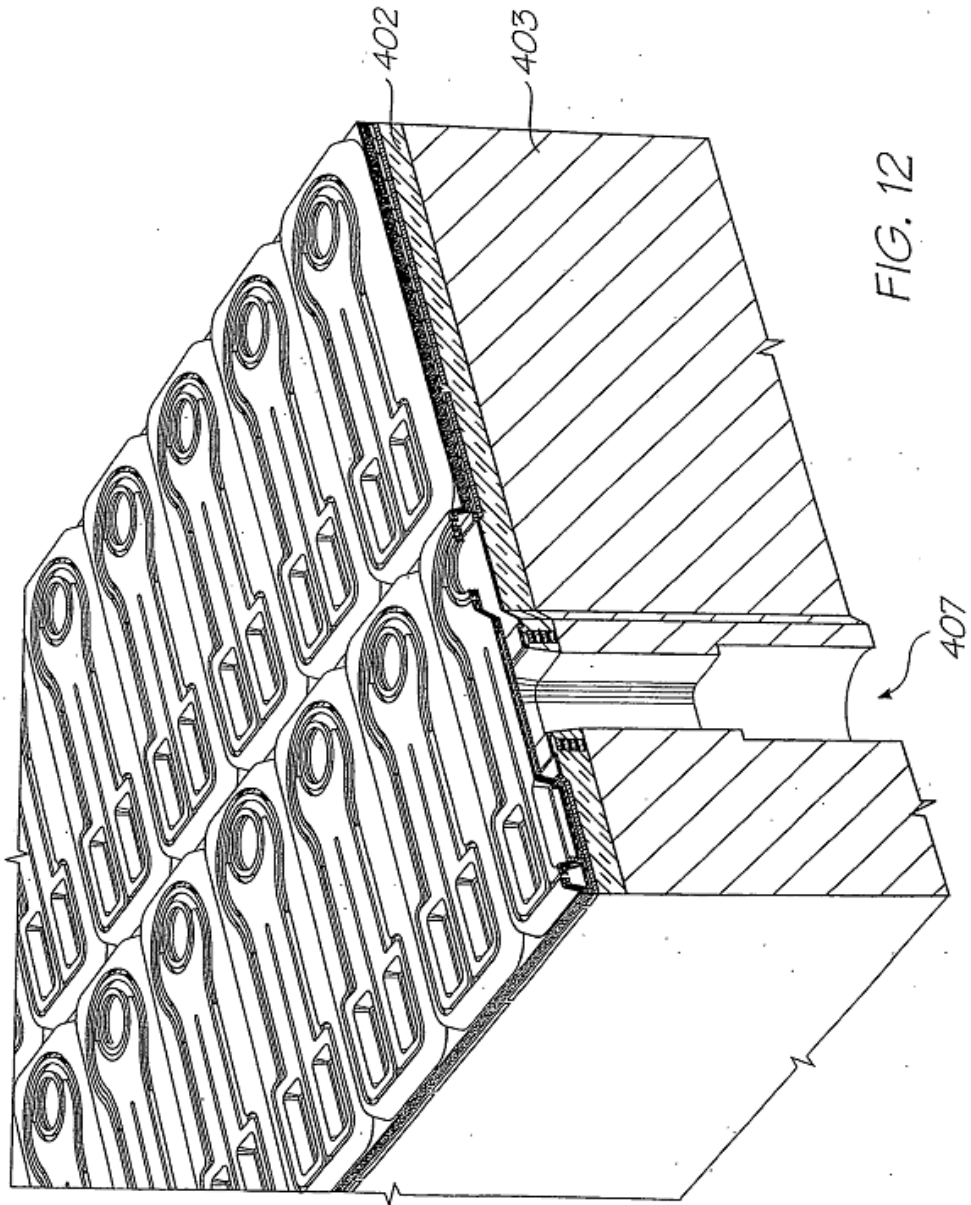
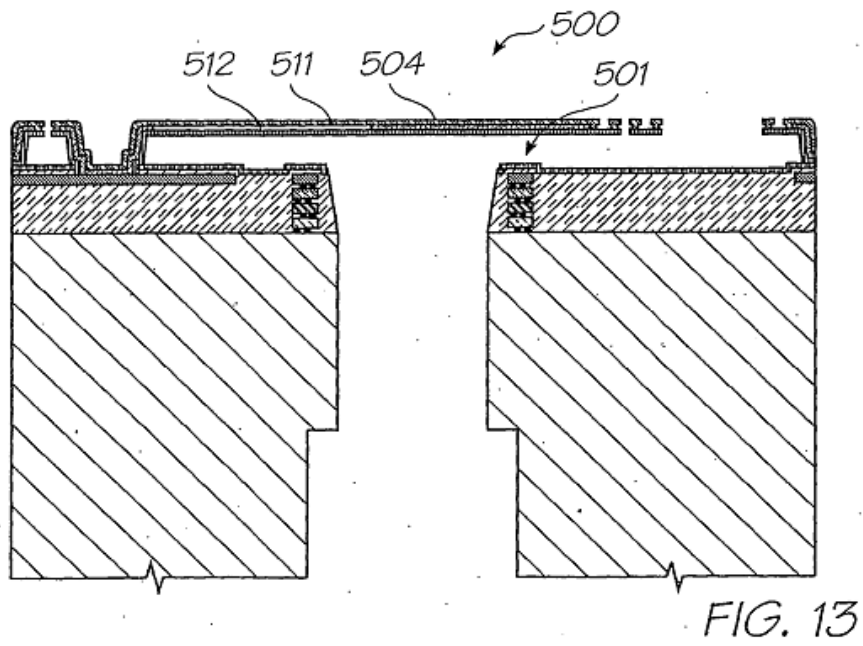
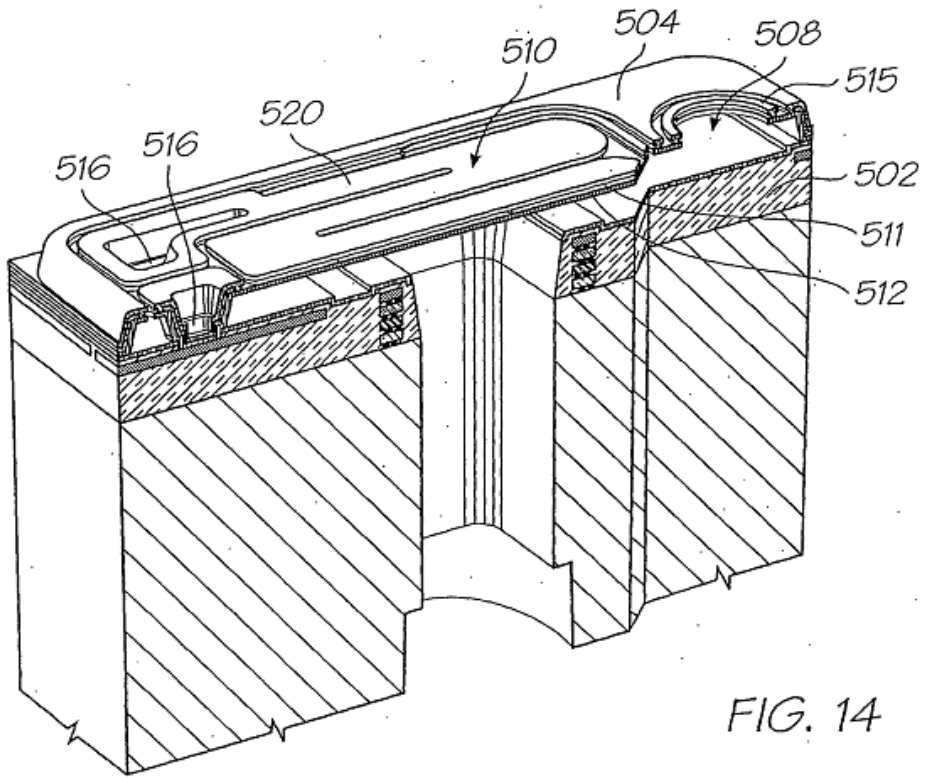


FIG. 11







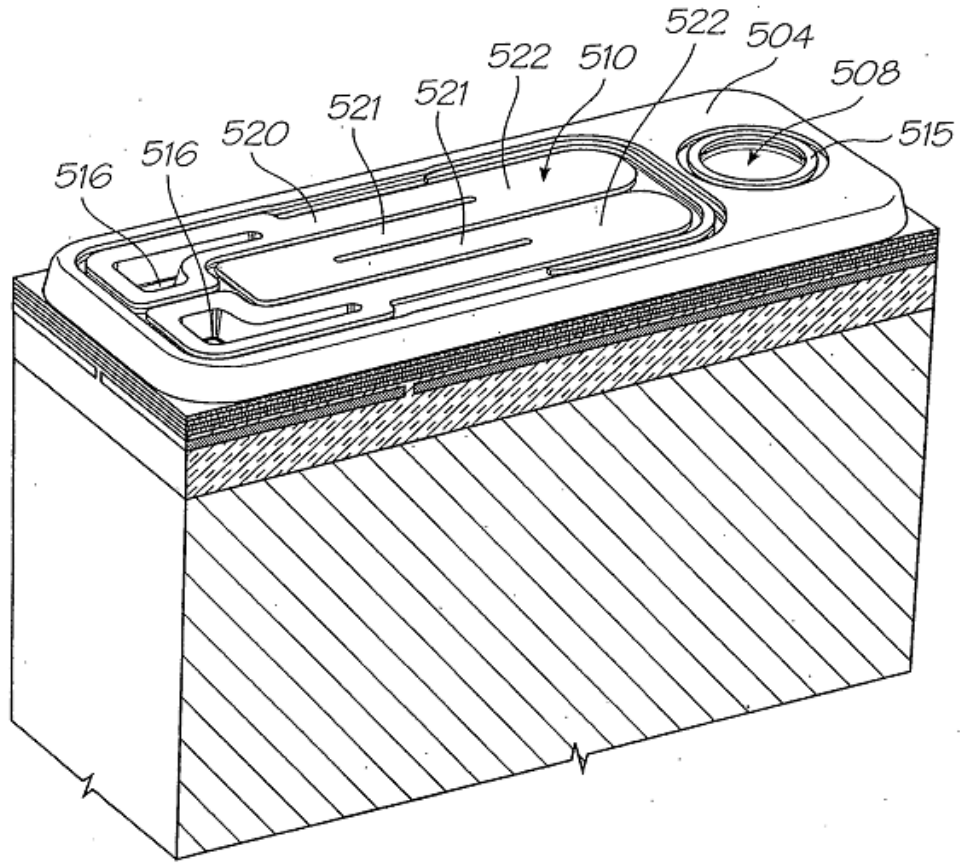


FIG. 15

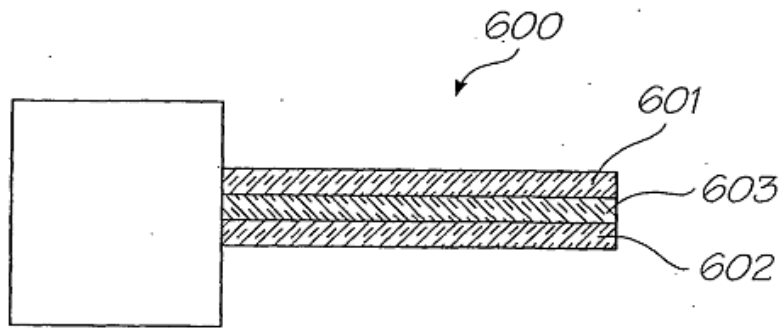


FIG. 16

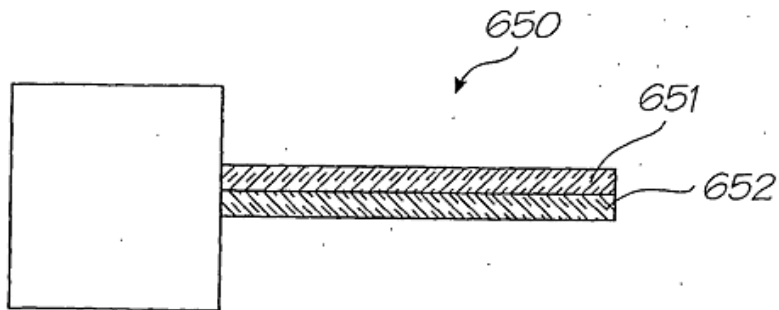


FIG. 17