

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 822**

51 Int. Cl.:

B41J 2/14 (2006.01)

B41J 2/045 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2009 PCT/GB2009/051527**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.05.2010 WO10055345**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2009 E 09771757 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 2352647**

54 Título: **Método y aparato para la deposición de gotas**

30 Prioridad:

12.11.2008 GB 0820718

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

03.03.2020

73 Titular/es:

XAAR TECHNOLOGY LIMITED (100.0%)

Science Park

Cambridge, Cambridgeshire CB4 0XR, GB

72 Inventor/es:

DRURY, PAUL, RAYMOND;

BANE, JULIAN, RICHARD y

MORRIS, ALLISON DIANE

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 745 822 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

Método y aparato para la deposición de gotas

5 La presente invención se refiere a un método y un aparato para la deposición de gotas y puede encontrar un uso particular dentro de un aparato que incluye cámaras de fluido separadas por paredes accionables.

En un ejemplo particular, la presente invención se refiere a impresoras de inyección de tinta.

10 Es conocido dentro de la técnica del aparato de deposición de gotas un actuador que comprende una serie de cámaras de fluido separadas por una pluralidad de paredes piezoeléctricas. En muchas de estas construcciones, las paredes se accionan en respuesta a señales eléctricas para moverse hacia una de las dos cámaras limitas por cada pared; dicho movimiento afecta la presión del fluido en ambas cámaras delimitadas por esa pared, causando un aumento de presión en una y una disminución de la presión en la otra.

15 Se proporcionan boquillas o aberturas en comunicación continua con la cámara para que se pueda expulsar un volumen de fluido desde la misma. El fluido en la abertura tenderá a formar un menisco debido a los efectos de la tensión superficial, pero con una perturbación suficiente del fluido, esta tensión superficial se supera permitiendo que se libere una gota o un volumen de fluido de la cámara a través de la abertura; la aplicación de un exceso de presión positiva en las proximidades de la abertura provoca la liberación de un cuerpo de fluido.

20 En la Figura 1 se muestra una construcción ilustrativa que tiene una serie de cámaras alargadas separadas por paredes accionables. Las cámaras están formadas como canales encerrados en un lado por un miembro de cubierta que contacta las paredes accionables; se proporciona una boquilla para expulsión de fluido en este miembro de cubierta. El miembro de cubierta comprenderá a menudo una placa de cubierta metálica o cerámica, que proporciona soporte estructural, y una placa de boquilla solapada más delgada, en la que se forman las boquillas.

25 Como se muestra en la Figura 1, el accionamiento de las paredes de una cámara puede provocar la liberación de fluido desde esa cámara a través de su abertura. En el caso que se muestra en la Figura 1, ambas paredes de una cámara particular se deforman hacia adentro, este movimiento provoca un aumento en la presión del fluido dentro del canal y una disminución en la presión de los dos canales vecinos. El aumento de presión dentro de esa cámara contribuye a la liberación de una gota de fluido a través de la abertura de esa cámara.

30 En construcciones como la Figura 1, donde todas las cámaras están provistas de una abertura, cada cámara puede ser capaz de liberar fluidos. Sin embargo, será evidente que, dado que el accionamiento de una pared particular tiene un efecto diferente sobre la presión en sus dos canales adyacentes, la liberación simultánea de fluido de ambos canales separados por una pared particular es difícil de lograr.

35 Puede haber cierta asimetría en el diseño del aparato para permitir que las gotas liberadas en diferentes momentos lleguen al sustrato al mismo tiempo; por ejemplo, las boquillas pueden ubicarse en diferentes posiciones para diferentes canales. Durante la deposición, la matriz se moverá con relación a un sustrato, por lo tanto, dos boquillas pueden estar separadas en la dirección del movimiento para que la separación en la posición contrarreste la diferencia en el tiempo de liberación de la gota. Sin embargo, tales cambios constructivos son permanentes para un actuador y, por lo tanto, pueden compensar solo un patrón específico de tiempos de liberación de gotas; esto conduce a la restricción de los métodos utilizados para conducir las paredes del actuador.

40 Una complicación adicional causada por el accionamiento de una pared compartida por dos cámaras es que las perturbaciones de presión residual permanecen en la cámara después de que se haya producido el accionamiento. Los experimentos llevados a cabo por el solicitante han llevado a los datos que se muestran en la Figura 2 para el desplazamiento dentro de un fluido (que actúa como un proxy de la presión dentro del fluido) en dos cámaras vecinas después de un solo movimiento de la pared divisora. Es evidente a partir de estos datos que la presión en cada cámara oscila alrededor de la presión de equilibrio (la presión presente en una cámara donde no se produce deformación de las paredes), con la amplitud de la oscilación que decae a cero con el tiempo. El tiempo necesario para que la amplitud decaiga a cero se denomina en adelante como el tiempo de relajación (t_R) para el sistema.

45 Sin desear limitarse a la teoría, el solicitante cree que la oscilación de la presión es causada por ondas de presión acústica reflejadas en los extremos de la cámara de fluido. El periodo (T_{UNA}) de estas ondas estacionarias puede derivarse de un gráfico como la Figura 2 y se conoce como el período acústico de la cámara. En el caso de un canal largo y delgado, este período es aproximadamente igual a L/c donde L es la longitud del canal y c es la velocidad de propagación del sonido a lo largo de la cámara dentro del fluido.

50 Como se mencionó anteriormente, las ondas de presión residual están presentes en ambas cámaras a cada lado de una pared siguiendo el movimiento de esa pared. La presencia de tales ondas residuales es evidente a partir del segundo y posterior máximo en el desplazamiento que se muestra en la Figura 2. Por lo tanto, cuando se libera fluido de una cámara particular, pueden estar presentes alteraciones de la presión en una o ambas cámaras vecinas. Por ejemplo, en algunos esquemas de accionamiento, el fluido se libera de una cámara particular por el movimiento hacia

adentro de ambas paredes que delimitan esa cámara, lo que afectará la presión en ambas cámaras vecinas. Estas perturbaciones de presión pueden interferir con la liberación de líquido de las cámaras vecinas en un proceso conocido como "comunicación cruzada".

5 Se han propuesto construcciones de actuadores para mejorar el problema de la "comunicación cruzada"; por ejemplo, se pueden formar cámaras alternas sin aberturas para que estas cámaras 'sin disparo' actúen para proteger las cámaras con aberturas, las cámaras con 'disparo', de las perturbaciones de presión. Por supuesto, será evidente que para un tamaño de cámara dado esto tiene la consecuencia inconveniente de reducir a la mitad la resolución disponible.

10 El documento EP 0 422 870 propone mejorar la comunicación cruzada con esquemas de accionamiento que preasignan cada cámara a uno de tres o más grupos o 'ciclos'. Las cámaras a su vez se asignan cíclicamente a uno de estos grupos para que cada grupo sea una submatriz de cámaras regularmente separadas. Durante el funcionamiento, solo un grupo está activo en cualquier momento, de modo que las cámaras que depositan fluido siempre están separadas por al menos dos cámaras, y la separación depende del número de grupos. Los datos de entrada del usuario determinan qué cámaras específicas dentro de cada grupo se activan. Con más detalle, las cámaras dentro de una cámara de ciclo pueden recibir cada una un número diferente de pulsos correspondiente al número de gotas que serán liberadas por esa cámara, fusionándose las gotas de cada cámara para formar una sola marca o imprimir píxeles en el sustrato.

20 Será evidente que en cualquier momento solo un tercio del número total de cámaras (o $1/n$, donde n es el número de ciclos) puede activarse en este esquema y que, por lo tanto, la tasa de rendimiento disminuye sustancialmente.

25 Además, el retraso de tiempo entre el disparo de diferentes grupos puede conducir a que los puntos correspondientes en el sustrato se separen en la dirección del movimiento relativo del sustrato y el aparato. Como se señaló brevemente antes, algunas construcciones de aparatos abordan este problema al compensar las boquillas para cada ciclo, de modo que las boquillas para cada ciclo se encuentran en una línea respectiva, las líneas están separadas en la dirección del movimiento del sustrato, mientras que esto a menudo contrarresta con éxito este particular problema, esta construcción está generalmente restringida a un esquema de disparo particular después de la formación de la boquilla.

30 El documento EP 0 422 870 también propone un actuador donde las cámaras se dividen en dos grupos: cámaras impares y pares. Cada grupo de cámaras se sincroniza para disparar al mismo tiempo, con los datos de entrada específicos que determinan qué cámaras dentro de ese grupo se deben disparar. La divulgación también discute el cambio entre los dos grupos a la frecuencia resonante de las cámaras para que las cámaras vecinas se disparen en antifase.

35 Se señala en el documento que este esquema otorga una alta tasa de rendimiento, pero resulta en restricciones a los patrones que pueden producirse. Por ejemplo, según este esquema, es posible imprimir blanco-negro-blanco, pero no negro-blanco-negro.

40 Además, el documento US 5 512 922 describe un método de impresión multitonos que emplea un aparato de impresión por demanda para depositar gotas de tinta desde una serie de canales en áreas de elementos de impresión de un sustrato que se puede mover relativamente a dicho aparato. La longitud de los canales y la ubicación y las dimensiones de la boquilla proporcionan a cada canal una frecuencia de resonancia longitudinal alta y medios accionables eléctricamente que suministran pulsos de energía a una banda seleccionada de canales en o cerca de la frecuencia de resonancia de los canales para depositar desde cada canal seleccionado en el elemento de impresión correspondiente área del sustrato un número de gotas igual al número de pulsos aplicados al mismo, el número de pulsos aplicados depende del tono de impresión requerido. La expulsión de gotas de los canales pares está en antifase a la frecuencia de resonancia con la expulsión de gotas de los canales impares. Sin embargo, se espera que existan restricciones similares a las del documento EP 0 422 870 en los patrones que pueden imprimirse con los métodos descritos en el documento US 5 512 922.

45 Por lo tanto, existe la necesidad de un aparato de deposición de gotas que tenga una tasa de rendimiento aumentada con menos restricción en los patrones que pueden producirse.

50 La presente invención es un método como se define en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas, para depositar gotas sobre un sustrato. También se proporciona un aparato de deposición de gotas como se define en la reivindicación 9.

55 De acuerdo con un primer aspecto de la presente descripción, se proporciona un método para depositar gotas sobre un sustrato utilizando un aparato que comprende: una matriz de cámaras de fluido separadas por paredes intercaladas, cada cámara de fluido está provista de una abertura y cada una de dichas paredes que separa dos cámaras vecinas; en el que cada una de dichas paredes es accionable de tal manera que, en respuesta a un primer voltaje, se deformará para disminuir el volumen de esa cámara y aumentar el volumen de la otra cámara, y en respuesta a un segundo

voltaje, se deformará para causar el efecto contrario en los volúmenes de dichas cámaras vecinas; el método comprende las etapas de: recibir datos de entrada; asignar, en base a dichos datos de entrada de imagen, todas las cámaras dentro de dicha matriz como cámaras de disparo o cámaras sin disparo para producir grupos de una o más cámaras de disparo contiguas separadas por grupos de una o más cámaras contiguas sin disparo; accionar las paredes de ciertas de dichas cámaras de manera que: para cada cámara que no se dispara, las paredes se mueven con el mismo sentido o permanecen estacionarias; y para cada cámara de disparo, o las paredes se mueven con sentidos opuestos, o una pared está parada mientras la otra se mueve; dichos accionamientos dan como resultado que cada una de dichas cámaras de disparo libere al menos una gota, las gotas resultantes forman puntos dispuestos en una línea sobre dicho sustrato, estando separados dichos puntos en dicha línea por espacios correspondientes a dichas cámaras sin disparo.

Si bien se han propuesto varios métodos para operar las paredes de las cámaras de disparo, estas divulgaciones generalmente no mencionan el funcionamiento de las paredes de las cámaras sin disparo.

Por el contrario, este método de gobernar el comportamiento de las paredes de las cámaras de disparo y sin disparo permite que exista una separación de una única cámara sin disparo entre las cámaras de disparo, de modo que se pueda formar un patrón de 'negro-blanco-negro'. El solicitante se ha dado cuenta de que, como cámaras sin disparo por definición, regiones separadas de las cámaras de disparo, para lograr un alto rendimiento, las cámaras sin disparo deben ser altamente resistentes a los efectos de las cámaras de disparo circundantes que se están activando, y el control de sus paredes son de gran importancia.

Este es especialmente el caso con patrones detallados, ya que en tales casos solo unas pocas cámaras sin disparo pueden separar las regiones de las cámaras de disparo y, por lo tanto, los "efectos de borde" afectan significativamente a las cámaras sin disparo.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, las paredes de la cámara sin disparo permanecen estacionarias, mientras que solo una pared de cada cámara de disparo se mueve para liberar las gotas.

Preferiblemente, dichos accionamientos comprenden dos semiciclos, con la mitad de todas las cámaras de disparo asignadas a un primer medio ciclo y la otra mitad de todas las cámaras de disparo asignadas a un segundo medio ciclo, en el que las cámaras de disparo en cada medio ciclo liberan gotas sustancialmente al mismo tiempo. Por lo tanto, todos los accionamientos pueden completarse dentro de un solo ciclo, por lo tanto, el rendimiento aumenta dramáticamente en comparación con los procesos de múltiples ciclos como se describe en el documento EP 0 422 870.

Además, las paredes de las cámaras sin disparo pueden moverse ventajosamente, actuando este movimiento para perturbar el fluido en la abertura de la cámara sin disparo. Mover el menisco formado en la abertura inhibe el estancamiento del fluido, lo que de otro modo podría provocar que las partículas dentro del fluido se acumulen en la abertura, causando un bloqueo que interfiere con la expulsión del fluido.

A diferencia del aparato conocido discutido anteriormente, el aparato adaptado para llevar a cabo un método de acuerdo con la presente invención puede tener ventajosamente las aberturas para que sustancialmente todas las cámaras de fluido estén dispuestas en una línea, simplificando así enormemente la integración del cabezal de impresión u otro aparato de deposición de gotas dentro una impresora u otro sistema más grande y que también permite utilizar una variedad de esquemas de accionamiento que caen dentro del alcance de la presente invención.

La invención se describirá ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 muestra una construcción conocida de un aparato de deposición de gotas;

la Figura 2 muestra la respuesta de presión en dos cámaras vecinas después de la deformación de la pared que separa las cámaras;

la Figura 3 (a) muestra el aparato de deposición de gotas de la Figura 1 sometido a una serie diferente de accionamientos, mientras que la Figura 3 (b) es una representación simplificada de la misma serie de accionamientos;

la Figura 4 (a) muestra una vista posterior y la Figura 4 (b) una vista lateral de una construcción aún más ejemplar de un aparato de deposición de gotas donde cada cámara se abre sobre un colector en extremos opuestos;

la Figura 5 (a) muestra una vista posterior y 5 (b) una vista lateral de otra construcción ilustrativa adicional de un aparato de deposición de gotas donde cada cámara se abre en un colector en un solo extremo;

la Figura 6 (a) muestra una vista posterior y 6 (b) una vista lateral de una construcción aún más ejemplar de un aparato de deposición de gotas donde un pequeño pasaje conecta cada cámara a un colector;

la Figura 7 es una representación de un método para operar un aparato de deposición de gotas para producir un primer patrón de acuerdo con una primera modalidad de la presente invención, donde todas las paredes están continuamente activas; la Figura 8 es una representación de un método para operar un aparato de deposición de gotas para producir el mismo patrón que la Figura 7 de acuerdo con una modalidad adicional de la presente invención;

la Figura 9 es una representación de un método para operar un aparato de deposición de gotas para producir el mismo patrón que la Figura 7 de acuerdo con otra modalidad adicional de la presente invención;

la Figura 10 es una representación del método que opera un aparato de deposición de gotas mostrado en la Figura 7 cuando se usa para producir un segundo patrón;

la Figura 11 es una representación de un método para operar un aparato de deposición de gotas que se muestra en la Figura 8 cuando se usa para producir el mismo patrón que la Figura 10;

5 la Figura 12 es una representación de un método para operar un aparato de deposición de gotas que se muestra en la Figura 9 cuando se usa para producir el mismo patrón que la Figura 10; y

la Figura 13 muestra una forma de onda de expulsión que puede aplicarse a la pared de un canal de disparo.

La Figura 14 muestra otra forma de onda de expulsión que incluye un pulso de no expulsión.

10 El aparato mostrado en la Figura 1 puede usarse para llevar a cabo un método de deposición de gotas de acuerdo con la presente invención, y comprende una matriz, que se extiende en una dirección de la matriz, de cámaras de fluido formadas como canales o cámaras alargadas, cada una de las cuales tiene un eje longitudinal que se extiende en una dirección de extensión del canal, de modo que cada canal se alarga en esta dirección. La dirección de extensión del canal será preferiblemente perpendicular a la dirección de la matriz. Los canales están separados por una matriz correspondiente de paredes alargadas del canal formadas por un material piezoeléctrico (como PZT), de modo que cada canal está provisto de dos paredes laterales opuestas que corren a lo largo de la cámara.

15 Para proporcionar la densidad máxima de las gotas depositadas, preferiblemente cada canal o cámara dentro de la matriz se llena con un fluido de expulsión, como una tinta, durante el uso y se proporciona una abertura o boquilla para la expulsión del fluido.

20 En la construcción particular de la Figura 1, cada uno de estos canales está recubierto internamente con una capa metálica que actúa como un electrodo, que puede usarse para aplicar un voltaje a través de las paredes de esa cámara y, por lo tanto, hacer que las paredes se desvíen o se muevan en virtud del efecto piezoeléctrico. El voltaje aplicado a través de cada pared será, por lo tanto, la diferencia entre las señales aplicadas a los canales adyacentes. Cuando un muro debe permanecer sin deformación, no debe haber diferencia en el potencial a través del muro; por supuesto, esto puede lograrse aplicando ninguna señal a ninguno de los electrodos del canal adyacente, pero también puede lograrse aplicando la misma señal a ambos canales.

25 Las paredes piezoeléctricas pueden comprender preferiblemente una mitad superior y una mitad inferior, divididas en un plano definido por la dirección de la matriz y la dirección de extensión del canal. Estas mitades superiores e inferiores de las paredes piezoeléctricas se pueden colocar en direcciones opuestas perpendiculares a la extensión del canal y a las direcciones de la matriz, de modo que cuando se aplica un voltaje a través de la pared perpendicular a la dirección de la matriz, las dos mitades se desvíen en 'modo de corte' para doblarse hacia una de las cámaras de fluido; la forma adoptada por el desviado se asemeja a un galón.

30 Se han propuesto otros métodos para proporcionar electrodos y paredes de revestimiento, que permiten la capacidad de desviar las paredes con un movimiento de flexión similar. Por ejemplo, cada pared puede consistir en dos mitades con polos opuestos, donde las mitades se dividen por un plano perpendicular a la dirección de la matriz. En tal construcción, se pueden proporcionar electrodos en la parte superior e inferior de cada pared. Los expertos en la materia apreciarán que diferentes esquemas de electrodos son efectivamente intercambiables y que las cámaras pueden estar provistas de más de un electrodo dependiendo de los requisitos de la aplicación particular.

35 La Figura 3 (a) muestra el aparato de la Figura 1 sometido a una serie diferente de accionamientos, donde dos cámaras experimentan un aumento de la presión debido al movimiento hacia adentro de ambas paredes que conduce a una disminución en el volumen de esas cámaras. Como también se puede ver en la figura, este movimiento hacia adentro provoca una disminución de la presión en las cámaras vecinas, ya que el mismo movimiento de la pared actúa para aumentar los volúmenes de esas cámaras. La Figura 3 (b) muestra la misma serie de accionamientos utilizando una representación simplificada, donde las paredes están representadas por líneas diagonales o verticales: la dirección de deflexión de una pared está representada por la dirección en la que la línea se extiende de manera que una pared no deformada queda representada por una línea vertical.

40 En este nivel de abstracción se hace evidente que la invención no se limita al uso con una construcción de actuador específica, sino que se refiere más en general al funcionamiento del aparato de deposición de gotas que tiene paredes deformables compartidas por cámaras vecinas dentro de una matriz, la naturaleza de la deformación siendo tal que se desplaza más volumen en una cámara que en la otra cámara. Dicho de otra manera, en comparación con su forma deformada o no deformada, la pared deformada ocupa más espacio en una cámara que en la otra cámara.

45 Aparatos como el representado en la Figura 1 se conocen comúnmente como 'disparadores laterales' debido a la colocación de la boquilla aproximadamente en el lado de las cámaras de fluido; la boquilla se proporciona comúnmente equidistante de cada extremo. En tales construcciones, los extremos de los canales a menudo se dejarán abiertos para permitir que todos los canales se comuniquen con uno o más colectores de fluidos comunes. Esto permite además establecer un flujo a lo largo de la longitud del canal durante el uso del aparato para evitar el estancamiento del fluido y barrer los desperdicios dentro del fluido lejos de la boquilla. A menudo se encuentra que es ventajoso hacer que este flujo a lo largo del canal sea mayor que el flujo máximo a través de la boquilla debido a la liberación de fluido. Dicho de otra manera, cuando el aparato funciona a la frecuencia de expulsión máxima, el flujo promedio de fluido a través

de cada boquilla es menor que el flujo a lo largo de cada canal. Preferiblemente, este flujo es al menos cinco o más preferiblemente aún, diez veces mayor que el flujo máximo a través de la boquilla debido a la liberación de fluido.

Las Figuras 4 (a) y 4 (b) muestran otro ejemplo de una construcción de 'disparador lateral', en la cual una placa de cubierta encierra la matriz de cámaras y una placa de boquilla se superpone a esta placa de cubierta; para cada cámara, se forma un puerto de expulsión correspondiente en la placa de cubierta, que se comunica con la cámara y una boquilla para permitir la expulsión del fluido desde esa cámara a través de la boquilla. Las cámaras se abren en cualquier extremo de su longitud en un múltiple común de suministro de fluido; se pueden proporcionar colectores comunes separados para cada extremo o se puede proporcionar un colector único para ambos extremos. Los movimientos de las paredes piezoeléctricas que separan la matriz de cámaras generan ondas acústicas dentro de las cámaras, que se reflejan en el límite entre la cámara y el colector común debido a la diferencia en el área de la sección transversal. Estas ondas reflejadas serán de sentido opuesto a las ondas incidentes en los extremos del canal, debido a la naturaleza "abierta" del límite. Además, se puede establecer un flujo de fluido a lo largo de cada cámara como se describe con referencia a la Figura 1, como se muestra en la vista paralela a la matriz de canales en la Figura 4 (b).

Las Figuras 5 (a) y 5 (b) muestran un ejemplo de una construcción de 'disparador final', donde las boquillas se forman en una placa de boquilla que cierra un extremo de cada cámara, y el otro extremo de cada cámara se abre a un colector de suministro de fluido común a todas las cámaras. En ciertas construcciones de 'disparador final', como la propuesta en el documento WO2007/007074, se puede formar un pequeño canal en la base cerca de la boquilla para la salida del fluido de la cámara. El canal tiene una sección transversal mucho más pequeña que la cámara para formar efectivamente una barrera contra las ondas acústicas dentro de la cámara. Se puede establecer un flujo de fluido a lo largo de cada cámara, con el fluido que entra desde el colector común y sale a través del pequeño canal provisto adyacente a cada boquilla.

Las Figuras 6 (a) y 6 (b) muestran otro ejemplo más de un aparato de deposición de gotas que puede usarse de acuerdo con la presente invención. Esta construcción proporciona una placa de boquilla y una placa de cubierta similar a la descrita con referencia a las Figuras 4 (a) y 4 (b), pero con cada boquilla provista hacia un extremo en el lado de la cámara correspondiente. Un miembro de soporte define cada base de canal y cierra sustancialmente cada cámara en ambos extremos de su longitud, con la excepción de un pequeño canal provisto en el extremo opuesto de la cámara a la boquilla. Este pequeño canal permite la entrada de líquido para la expulsión de la cámara a través de la boquilla, pero tiene una sección transversal mucho más pequeña que la cámara misma para actuar como una barrera para que las ondas acústicas dentro de la cámara lleguen al colector de suministro. Cualquier onda acústica generada por los movimientos de las paredes piezoeléctricas será reflejada por ambos extremos de la cámara como ondas del mismo sentido.

Se apreciará que la presente invención es susceptible de uso con todos los aparatos descritos anteriormente y, más en general, con aparatos que comprenden una serie de cámaras separadas por paredes accionables, donde cada cámara está provista de una abertura para la expulsión de gotas.

Como se señaló anteriormente, se han propuesto muchos esquemas para la expulsión de fluido de las boquillas de una serie de cámaras de fluido divididas por paredes accionables. Los esquemas de expulsión propuestos previamente que se basan en el concepto de ciclos pueden operar solo un grupo predeterminado de cámaras en cualquier momento. Las cámaras dentro de un grupo generalmente están separadas por (n-1) cámaras sin disparo, donde n es el número de ciclos. Según los datos de entrada recibidos por el aparato, algunas de las cámaras dentro del grupo se activan para producir gotas.

Se apreciará que las gotas de diferentes ciclos se liberarán en diferentes momentos; esto normalmente se corrige separando en la dirección de movimiento del sustrato las líneas en las que se disponen las boquillas para cada grupo. El orden en que aparecen las líneas de boquillas para los grupos es el mismo que el orden en que se activan los grupos y se elige la separación de manera que las gotas de todos los grupos se depositen en una sola línea. Se apreciará que el grupo al que pertenece una cámara particular se fija así debido a la posición de su boquilla.

De manera similar, en el caso presentado en el documento EP 0 422 870 donde las cámaras se asignan como pares o impares, esta asignación se fija para un aparato particular cuando se forma la estructura del electrodo y, por lo tanto, no es posible ningún cambio.

Por el contrario, la presente invención permite seleccionar cualquier cámara para la deposición de gotas, lo que permite un registro preciso entre los datos de entrada y el patrón producido mientras se mantiene un alto nivel de rendimiento.

La Figura 7 muestra un método de acuerdo con una primera modalidad de la presente invención en el que todas las paredes dentro del actuador se mueven independientemente de qué canales liberen gotas. Según los datos de entrada, algunas de las cámaras dentro de la matriz se asignan como cámaras de disparo y depositarán gotas, mientras que las cámaras restantes se asignan como cámaras sin disparo. En las figuras, las líneas horizontales debajo de las cámaras indican las cámaras de disparo. Cada pared dentro del actuador oscila sobre su estado no deformado y puede pertenecer a uno de dos grupos, los dos grupos oscilan en antifase con el mismo período de oscilación.

La Figura 7 (a) muestra un punto en el ciclo de accionamiento donde las paredes de ambos grupos están en un extremo de su movimiento, mientras que la Figura 7 (b) muestra el punto medio ciclo más tarde, cuando las paredes están en el extremo opuesto. Será evidente que las dos paredes de cada cámara sin disparo permanecen en fase durante todo el movimiento, de modo que se mueven con el mismo sentido. Por lo tanto, habrá poca o ninguna reducción en el volumen de las cámaras sin disparo y no se producirá la expulsión. Por el contrario, las paredes de cada cámara de disparo se mueven en antifase, de modo que se mueven con sentido opuesto y actúan para aumentar y reducir alternativamente el volumen de las cámaras de disparo. Como será evidente, el movimiento antifase de las paredes de las cámaras de disparo provocará una oscilación en la presión del fluido en todo el canal. Dependiendo de su magnitud, esta oscilación de presión puede causar o contribuir al depósito de una gota de fluido de ese canal. La magnitud, por supuesto, estará directamente relacionada con la amplitud de las oscilaciones de la pared, de modo que una oscilación de alta amplitud provocará la liberación de gotas, pero se sabe que la vida útil del material piezoeléctrico se reduce a medida que aumenta la amplitud de las oscilaciones.

Por lo tanto, puede ser beneficioso tener en cuenta los efectos modales dentro de la estructura del actuador para reducir la cantidad de energía requerida para efectuar la liberación de gotas. Claramente, cualquier cámara que contenga fluido tendrá una o más frecuencias naturales para la oscilación de presión, que puede ser el resultado de varios factores, como el cumplimiento y la geometría de la cámara. En particular, cuando una pared se deforma, se puede establecer una onda de presión acústica dentro de la cámara. Específicamente, cuando el volumen de una cámara aumenta por el movimiento de una pared lejos de esa cámara, se genera una onda de presión negativa en la boquilla de la cámara, que se propaga lejos de la boquilla.

En el caso de una cámara larga y delgada que tiene extremos abiertos, los extremos abiertos constituyen un desajuste de impedancias acústicas y, por lo tanto, actuarán como tales límites acústicos que reflejan las ondas. Por lo tanto, las ondas acústicas que se propagan a lo largo del canal se reflejarán en estos límites, pero, debido a la naturaleza "abierta" de los límites, las ondas reflejadas tendrán un sentido opuesto al de la onda original. Al sincronizar la oscilación de las paredes de la cámara con la llegada de ondas acústicas en o cerca de la abertura de la cámara, la presión generada por la deformación de la pared puede combinarse con la presión de la onda acústica para permitir la expulsión controlada. En el caso de una cámara larga y delgada que tiene extremos abiertos, las ondas acústicas tardan un tiempo $L/2c$ (donde L es la longitud del canal y c es la velocidad del sonido para la combinación particular de fluido y cámara) para viajar desde extremos abiertos a una abertura equidistante de los extremos. Por lo tanto, la frecuencia de oscilación de estas ondas es aproximadamente L/c ; Al operar las paredes de la cámara a un múltiplo de esta frecuencia, se puede lograr la liberación controlada de gotas con una entrada de energía reducida. En general, una frecuencia más alta conducirá a un funcionamiento más rápido del aparato y, por lo tanto, puede ser conveniente una frecuencia de aproximadamente L/c .

La oscilación en fase de las paredes de cada canal no disparador no causa un aumento suficiente en la presión del canal para causar la expulsión, pero puede perturbar el menisco del fluido en la abertura de la cámara para evitar el estancamiento del fluido y, por lo tanto, el bloqueo de la apertura.

Será evidente a partir de las Figuras 7 (a) y 7 (b) que durante cada medio ciclo, la mitad de las cámaras de disparo liberarán gotas. Con el fin de sincronizar la liberación de gotas a través de la matriz, es ventajoso que esta liberación se realice sustancialmente de forma simultánea. Por supuesto, se apreciará que esta sincronización de la 'mitad' de los canales de disparo tiene la intención de incluir la situación en la que un número impar de canales de disparo está presente como una región contigua y, por lo tanto, el número de cámaras de disparo en cada 'mitad' de esta región diferirá en uno. Por ejemplo, en una región de cinco cámaras de disparo contiguas, dos pueden liberar gotas durante el primer medio ciclo y los tres restantes pueden liberar gotas durante el segundo medio ciclo, o viceversa.

Las Figuras 8 (a) y 8 (b) muestran un método para operar un aparato de deposición de gotas de acuerdo con otra modalidad de la invención. El patrón de cámaras de disparo y sin disparo que se muestran en estas figuras es idéntico al que se muestra en las Figuras 7 (a) y 7 (b). En esta modalidad, cada pared puede asignarse a uno de dos grupos: un grupo oscilante y un grupo que permanece estacionario o tiene una amplitud insignificante en comparación. El movimiento de las paredes que pertenecen al primer grupo es evidente por la diferencia entre la Figura 8 (a) y la Figura 8 (b), que muestran el actuador en puntos separados por medio ciclo. Como en la modalidad de la Figura 7 (a) y la Figura 7 (b), las paredes de las cámaras de disparo se asignan a diferentes grupos, mientras que las paredes de las cámaras sin disparo se asignan al mismo grupo. Por lo tanto, las paredes de cada cámara sin disparo se mueven en el mismo sentido o permanecen estacionarias, por lo tanto, en ambos casos no hay sustancialmente cambio en el volumen de las cámaras sin disparo. Por el contrario, en las cámaras de disparo, una de las paredes se mueve mientras que la otra permanece estacionaria para que el volumen oscile y, por lo tanto, provoque la expulsión de gotas.

Será evidente para los expertos en la técnica que cuando una pared estacionaria está presente dentro de una matriz, las oscilaciones a ambos lados de la pared no necesitan estar en fase. Por lo tanto, la modalidad de la Figura 9 (a) y la Figura 9 (b) tiene las paredes exteriores de un par de cámaras de disparo separadas por una pared estacionaria que se mueve en antifase. En esta modalidad, las paredes se asignan a uno de tres grupos: dos grupos que se mueven en antifase y un tercer grupo que es estacionario o tiene una amplitud insignificante en comparación.

En otras realizaciones adicionales, el número de grupos a los que se puede asignar un muro puede incrementarse aún más. Por ejemplo, en las regiones de tiro, cualquier otra pared puede ser estacionaria, de modo que las fases de las paredes restantes pueden elegirse de acuerdo con un esquema o aleatorizarse. Aleatorizar las fases de las paredes restantes puede ayudar a reducir las interacciones modales entre los canales de disparo.

5 Las Figuras 10 (a) y 10 (b) ilustran el mismo método de operar un aparato de deposición de gotas como se muestra en la Figura 7 (a) y la Figura 7 (b) cuando se aplica a las gotas de depósito en un patrón diferente. El patrón se elige para consistir en dos grupos de cinco cámaras de disparo separadas por una sola cámara. De manera crucial, tales patrones que implican una separación de cámara única pueden no imprimirse usando el sistema descrito en el documento EP 0 422 870. Como antes, las paredes de la cámara de separación oscilan en fase para que no se produzca una reducción neta del volumen de la cámara y, por lo tanto, se evite la liberación de gotas, pero las pequeñas perturbaciones de presión causadas por los movimientos de la pared evitan el estancamiento de fluidos y fomentan la liberación de gotas posterior cuando necesario.

15 Las Figuras 11 (a) y 11 (b) ilustran el mismo método de operación que la Figura 8 (a) y la Figura 8 (b), cuando se aplican para depositar gotas en el mismo patrón que las figuras

20 10 (a) y 10 (b); de manera similar, las Figuras 12 (a) y 12 (b) representan la formación del mismo patrón con el método de operación que se muestra en las figuras 9 (a) y 9 (b).

La Figura 13 muestra una forma de onda de expulsión que puede aplicarse a través de una pared que separa dos canales de disparo de un aparato como el ilustrado en la Figura 4; Esta forma de onda corresponde a la diferencia de potencial entre las señales en los electrodos del canal adyacente. Cuando se desee producir un voltaje bipolar a través de una pared con tal construcción, esto se puede lograr aplicando una señal unipolar a cada uno de los electrodos vecinos, de modo que una señal proporcione porciones positivas del voltaje a través de la pared y la otra señal proporciona porciones negativas.

30 Existe una relación directa entre el voltaje a través de la pared y la posición de la pared: donde la diferencia de voltaje se mantiene en cero, la pared no está deformada; donde el voltaje se mantiene en un valor positivo, la pared se deforma hacia la primera cámara y donde el voltaje se mantiene en un valor negativo, la pared se deforma hacia la segunda cámara. El movimiento de la pared tenderá a retrasarse con respecto a la señal de voltaje debido al tiempo de respuesta del sistema.

35 La forma de onda de expulsión comprende dos porciones de onda cuadradas: la primera porción correspondiente a un movimiento hacia el primer canal y después de un primer período de tiempo un movimiento de regreso a una posición no deformada, y la segunda porción correspondiente a un movimiento hacia el segundo canal y después de un segundo período de tiempo un movimiento para volver a su estado no deformado. Durante el funcionamiento, la primera porción contribuye a la liberación de una gota de la primera cámara, mientras que la segunda porción contribuye a la liberación de una gota de la segunda cámara.

40 Cuando el espacio de tiempo entre la primera y la segunda porción es de una magnitud similar al tiempo de respuesta del sistema, la pared puede moverse directamente desde la deformación hacia la primera cámara hasta la deformación hacia la segunda cámara sin pausa apreciable en su estado no deformado y, por lo tanto, puede ser considerado un solo movimiento continuo de la primera cámara a la segunda.

45 Una forma de onda alternativa comprende las mismas porciones precedidas por porciones similares (prepulsos) que no causan la expulsión directa, sino que inician ondas acústicas que luego son reforzadas por los pulsos de presión adicionales generados por las porciones de forma de onda principales.

50 Como se discutió anteriormente, los movimientos de las paredes pueden sincronizarse para coincidir con la presencia en la boquilla de pulsos de onda acústica para reducir la energía requerida para la expulsión. Esto puede lograrse, por ejemplo, teniendo el borde delantero de la segunda porción de forma de onda en un momento aproximadamente L/c después del borde delantero de la primera porción de forma de onda.

55 Como será evidente a partir de la Figura 13, la segunda porción es más larga y tiene una mayor amplitud: por lo tanto, la energía impartida por la segunda porción es mayor que la primera. Esto dará como resultado que la segunda gota se libere con mayor velocidad que la primera, y también puede dar como resultado que las dos gotas tengan volúmenes diferentes. Al alterar las longitudes y amplitudes de las porciones de onda, es posible llegar a una forma de onda con volúmenes iguales pero diferentes velocidades. La diferencia en las velocidades se puede utilizar para garantizar que las dos gotas caigan en un sustrato de manera sustancialmente simultánea y, por lo tanto, estén alineadas con respecto a la dirección del movimiento del sustrato. Extendiendo este principio a todas las cámaras de disparo, es posible asegurar la formación de una línea de gotas en el sustrato.

65 Se apreciará que en la práctica cada gota de fluido puede no estar exactamente centrada en una línea en el sustrato, sino que una línea recta pasará al menos a través de todos los puntos; dicho de otra manera, las gotas se disponen en una sola línea.

- 5 Al depositar varias de estas líneas de gotas en un sustrato, se puede crear una matriz bidimensional de gotas, con control individual sobre la deposición de cada gota. Por lo tanto, será evidente que la presente invención puede ser de particular beneficio al imprimir imágenes o formar patrones bidimensionales. En el caso de la formación de imágenes, cada línea de gotas puede representar una línea de píxeles de datos de imagen y cualquier error inherente en la representación de cada línea puede distribuirse a las líneas vecinas utilizando un proceso como el tramado.
- 10 Según otra modalidad adicional, la forma de onda que causa la expulsión de la segunda gota puede estar precedida por una porción de forma de onda adicional o "prepulso". Como se muestra en la Figura 14, este prepulso tiene una duración más corta y, por lo tanto, menos energía que los pulsos posteriores que causan la expulsión. El prepulso no conduce inmediatamente a la expulsión, sino que inicia ondas acústicas cuya energía aumenta la velocidad de la segunda gota y, por lo tanto, sirve para alinear las dos gotas en el sustrato. Tales formas de onda pueden ser aplicables en situaciones donde el control sobre la amplitud del voltaje no está disponible.
- 15 En realizaciones adicionales, el tiempo entre expulsiones sucesivas puede ser lo suficientemente pequeño como para que los grupos de gotas producidos se fusionen en un solo punto en el sustrato. La fusión del fluido de expulsión puede tener lugar en la boquilla del aparato, durante el vuelo de las gotas al sustrato o sobre el sustrato mismo. Cada gota tiene un volumen nominalmente idéntico, de modo que se cuantifica el tamaño de la mancha de fluido en el sustrato, proporcionando así una alternativa para variar el tamaño de una gota a través de la modulación de la amplitud y el ancho de la forma de onda correspondiente. Además, en tales casos puede ser ventajoso incluir prepulsos (como se describió anteriormente) antes de un grupo de accionamientos, o paquetes, que conducen a un punto único en el sustrato. Como antes, se puede elegir un número apropiado de pulsos previos para cada cámara de modo que la energía de onda acústica adicional conduzca a la alineación de las gotas en el sustrato.
- 20
- 25 Si bien las realizaciones ejemplares anteriores hacen referencia a formas de onda que comprenden porciones de onda cuadradas, los expertos en la materia apreciarán que las porciones de forma de onda de diversas formas, tales como ondas triangulares, trapezoidales o sinusoidales, pueden usarse según sea apropiado dependiendo del aparato de deposición particular.
- 30 Además, como se discutió anteriormente, la presente invención se puede aplicar tanto a aparatos de tipo 'disparador lateral' como 'disparador final' y, más generalmente, a cualquier aparato que tenga una serie de cámaras separadas por paredes accionables. Además, aunque se han descrito disposiciones particulares de electrodos, el experto apreciará que la presente invención no está tan limitada.
- 35 Por supuesto, aunque la invención puede tener un beneficio particular en aplicaciones gráficas donde una imagen impresa se forma de pigmento o tinta usando una impresora de inyección de tinta, las ventajas de la presente invención se proporcionarán con muchos tipos de aparatos de deposición de gotas, sustrato y fluidos de expulsión, incluyendo el uso de fluidos funcionales capaces de formar componentes electrónicos, recubrimiento uniforme de grandes áreas (por ejemplo, barnices) y la fabricación de componentes de 3 dimensiones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para depositar gotas sobre un sustrato utilizando un aparato que comprende:
una matriz de cámaras de fluido separadas por paredes intercaladas, cada cámara de fluido se comunica con
una abertura para la liberación de gotas de fluido y cada una de dichas paredes separa dos cámaras vecinas; en
donde cada una de dichas paredes es accionable de tal manera que, en respuesta a un primer voltaje, se
deformará para disminuir el volumen de una cámara y aumentar el volumen de la otra cámara, y en respuesta a
un segundo voltaje, se deformará para causar el efecto contrario en los volúmenes de dichas cámaras vecinas;
el método comprende las etapas de:
recibir datos de entrada;
asignar, en base a dichos datos de entrada, cualquiera de las cámaras dentro de dicha matriz como cámaras de
disparo o cámaras sin disparo para producir grupos de una o más cámaras de disparo contiguas separadas por
grupos de una o más cámaras contiguas sin disparo, en donde, dentro de dicha matriz, hay diferentes números
de cámaras contiguas de disparo, o diferentes números de cámaras contiguas sin disparo;
accionar las paredes de ciertas de dichas cámaras de manera que:
para cada cámara sin disparo, las paredes se mueven con el mismo sentido o permanecen estacionarias; y
para cada cámara de disparo, o las paredes se mueven en sentidos opuestos, o una pared está detenida mientras
la otra se mueve; dichos accionamientos dan como resultado que cada una de dichas cámaras de disparo libere
al menos una gota, las gotas resultantes forman puntos dispuestos en una línea sobre dicho sustrato, estando
separados dichos puntos en dicha línea por espacios correspondientes a dichas cámaras sin disparo.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos accionamientos comprenden dos medios ciclos,
con la mitad de todas las cámaras de disparo asignadas a un primer medio ciclo y la otra mitad de todas las
cámaras de disparo asignadas a un segundo medio ciclo, en donde el disparo las cámaras en cada medio ciclo
liberan gotas de tal manera que dichas gotas aterrizan en un sustrato sustancialmente de forma simultánea.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dichos accionamientos provocan la liberación de un tren
de n gotas, donde n es un número entero mayor que 1, de cada cámara de disparo en dicho primer medio ciclo,
y también provocan la liberación de un tren de m gotas de cada cámara de disparo en dicho segundo semiciclo,
en donde m difiere de n en, a lo sumo, 1 y en donde cada uno de dichos trenes de gotas forma un único punto
en dicho sustrato.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde los trenes del mismo número de gotas se liberan de
todas las cámaras de disparo.
5. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde para cada cámara sin disparo las
paredes se mueven sustancialmente en fase y para cada cámara de disparo las paredes se mueven
sustancialmente en antifase.
6. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde las paredes de cada cámara de disparo
oscilan en o cerca de un múltiplo de la frecuencia de Helmholtz para esa cámara.
7. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dichos datos de entrada corresponden a
una matriz bidimensional de píxeles de datos de imagen y dicha línea de gotas es una representación de los
valores de una sola línea de píxeles de datos de imagen dentro de dicha matriz bidimensional.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde cualquier error inherente en la representación de una
línea de píxeles de datos de imagen por una línea de gotas de fluido se redistribuye a otra línea de píxeles de
datos de imagen.
9. Aparato de deposición de gotas que comprende:
una serie de cámaras de fluido separadas por paredes intercaladas, cada cámara de fluido está provista de una
abertura y cada una de dichas paredes separa dos cámaras vecinas; en donde cada una de dichas paredes es
accionable de tal manera que, en respuesta a un primer voltaje, se deformará para disminuir el volumen de esa
cámara y aumentar el volumen de la otra cámara, y en respuesta a un segundo voltaje, se deformará para causar
el efecto contrario en los volúmenes de dichas cámaras vecinas;
medios para recibir datos de entrada; y
medios para accionar las paredes de separación de dichas cámaras;
el aparato está adaptado para usarse para llevar a cabo el método de acuerdo con cualquiera de las
reivindicaciones anteriores.
10. El aparato de deposición de gotas de acuerdo con la reivindicación 9, en donde las aberturas para
sustancialmente todas las cámaras de fluido están dispuestas en una línea recta.

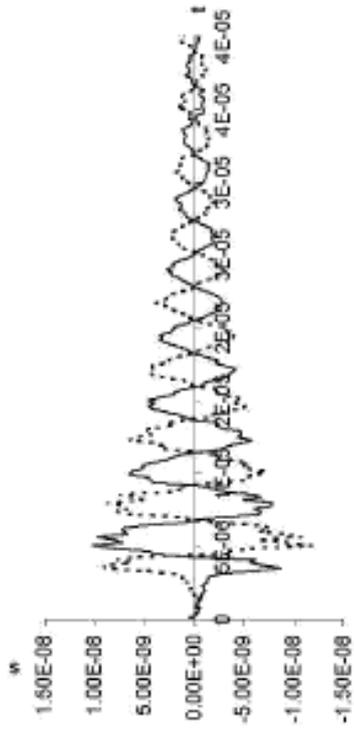


Figura 2

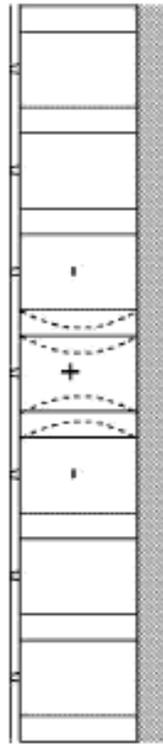


Figura 1 (Técnica anterior)

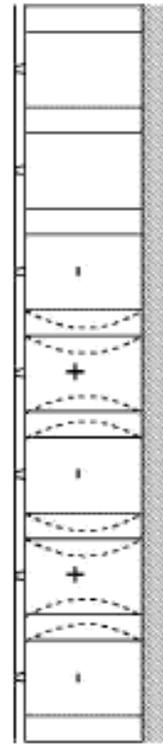


Figura 3 (a)



Figura 3 (b)

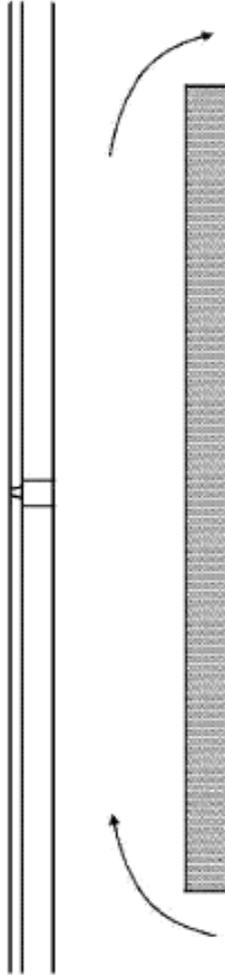


Figura 4 (b)

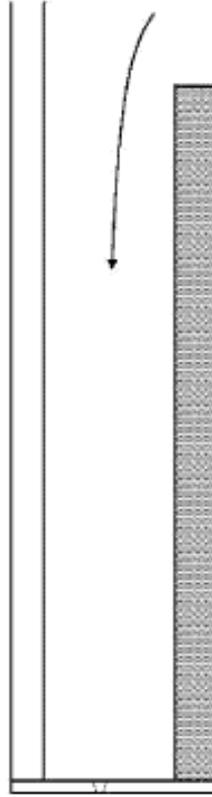


Figure 5(b)

Figura 5 (b)

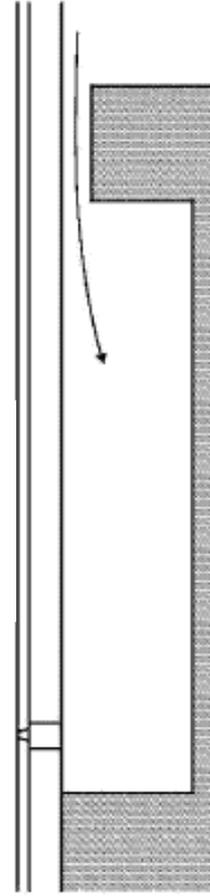


Figure 6(b)

Figura 6 (b)

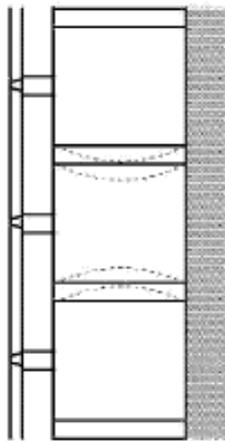


Figura 4 (a)

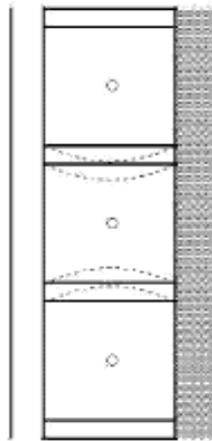


Figure 5(a)

Figura 5 (a)

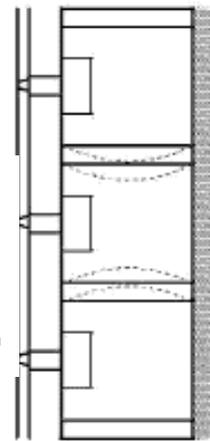


Figure 6(a)

Figura 6 (a)

Voltaje (unidades arbitrarias)

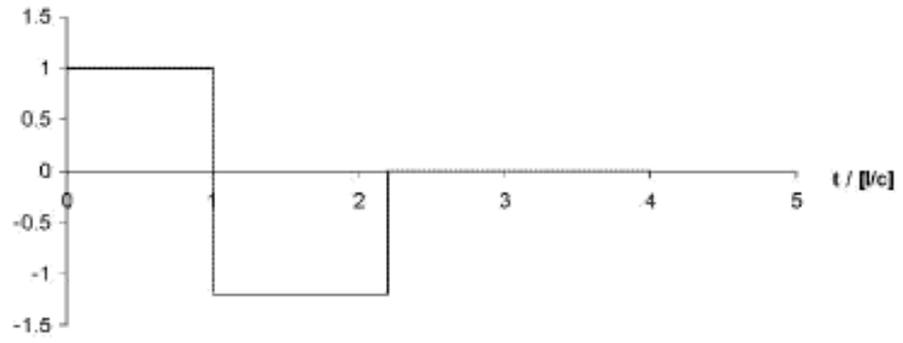


Figura 13

Voltaje (unidades arbitrarias)

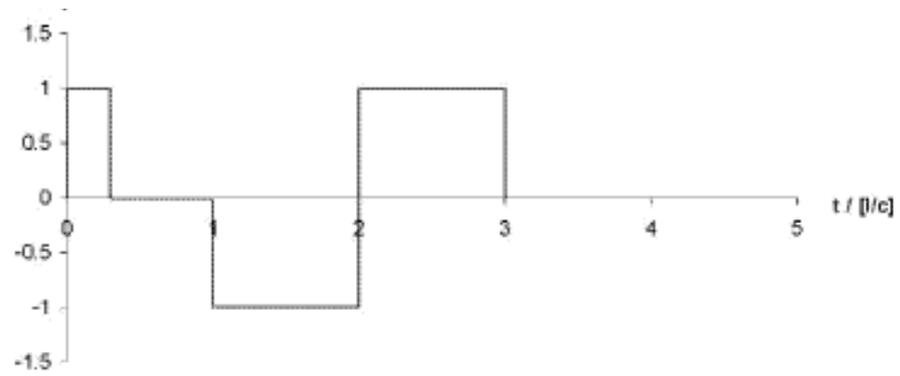


Figura 14