

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 421 155**

51 Int. Cl.:

**B41J 2/205** (2006.01)

**B41J 2/045** (2006.01)

**B41J 2/21** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2006 E 06122178 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2013 EP 1911594**

54 Título: **Método para operar un cabezal de impresión por inyección de tinta**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.08.2013**

73 Titular/es:

**AGFA GRAPHICS N.V. (100.0%)  
SEPESTRAAT 27  
2640 MORTSEL, BE**

72 Inventor/es:

**DE MEUTER, STEFAAN**

74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

ES 2 421 155 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 para operar un cabezal de impresión por inyección de tinta.

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La invención hace referencia a métodos para operar un aparato de deposición de gotitas, en particular, un cabezal de impresión por inyección de tinta, que comprende una cámara que se comunica con una boquilla para expulsar gotitas de tinta y con una reserva de tinta, comprendiendo además el cabezal de impresión medios eléctricamente actuables asociados a la cámara que son actuables una pluralidad de veces para expulsar un número correspondiente de gotitas. En particular, se refiere a un cabezal de impresión en el que la cámara es un canal que tiene asociado a él medios para modificar el volumen del canal en respuesta a una señal eléctrica.

15 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

El documento EP 0 422 870 divulga el concepto de «impresión en escala de grises y por múltiples impulsos», es decir, el disparo de un número variable de gotitas de tinta desde un canal individual en un corto periodo de tiempo, fusionándose el resultante «paquete» de gotitas durante el vuelo y/o sobre el papel para formar un punto impreso de tamaño correspondientemente variable en el papel. Actualmente existe un cabezal de impresión por inyección de tinta disponible comercialmente que incorpora esta técnica, por ejemplo, el OmniDot 760/GS8 de Xaar (R.U.). Los canales en este cabezal de impresión están separados los unos de los otros por paredes laterales que se extienden en la dirección longitudinal de los canales. Las paredes de canal pueden desplazarse transversalmente al eje de canal en respuesta a señales eléctricas. Esto a su vez genera ondas acústicas que se desplazan a lo largo del eje de canal y provocan la expulsión de gotitas desde una boquilla situada en un extremo del canal, tal y como es bien sabido en la técnica. En el documento EP 0 968 822 se divulga un método para accionar un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos. El método de accionamiento se basa en la generación de una serie de impulsos de accionamiento que se aplican a los electrodos de paredes de canal piezoeléctricas. Un primer impulso de tensión deforma las paredes de canal piezoeléctricas para aumentar el volumen de la cámara de tinta y crear una presión negativa en la cámara de tinta; un impulso de tensión posterior reduce el volumen de la cámara de tinta e incrementa la presión en la cámara de tinta y provoca así la expulsión de una gotita desde la cámara de tinta. A continuación, se dejan de aplicar impulsos de tensión a los electrodos para devolver la cámara de tinta a su volumen original. Esta secuencia de impulsos de accionamiento puede repetirse un número de veces correspondiente al número de gotitas que haya que expulsar sucesivamente para que se fusionen y formen una gota individual de tamaño variable. Esta secuencia de impulsos de accionamiento se denomina a menudo forma de onda para generar una gota de tamaño variable.

Los cabezales de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos, conocidos también como cabezales de impresión en múltiples gotitas o, sencillamente, cabezales de impresión en escala de grises, son apreciados por su elevada calidad de impresión gracias al empleo de la propiedad de «gota de tamaño variable». Un inconveniente de los cabezales de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos es la falta de uniformidad en la velocidad de gota de las gotas de tamaño variable. Por ejemplo, se sabe que la primera gotita expulsada desde el cabezal de impresión es más lenta que las siguientes gotitas que se expulsan como parte del mismo paquete, es decir, de la misma gota. Aunque esto puede resultar ventajoso con el fin de fusionar posteriores gotitas con la primera gotita, representa una desventaja si la primera gotita se imprime por si misma como una gota individual. Esto es, la velocidad media de una gota formada por una sola gotita es a menudo más baja que la velocidad media de una gota formada por múltiples gotitas. Puesto que una diferencia de velocidad media se traduce en una diferencia de tiempo de vuelo desde el cabezal de impresión hasta un soporte receptor, una gota formada por una sola gotita normalmente impacta sobre el soporte receptor más tarde que una gota formada por múltiples gotitas que haya sido expulsada al mismo tiempo. En aplicaciones de impresión por inyección de tinta, un movimiento relativo entre un cabezal de impresión por inyección de tinta y un soporte receptor permite la impresión de puntos en ubicaciones predefinidas (puntos rasterizados o puntos de trama) sobre el soporte receptor. Por tanto, con este movimiento relativo, un tiempo de caída diferente sobre el soporte receptor tiene como resultado diferencias no deseadas de colocación de punto con respecto a la ubicación ideal del punto de trama. A menudo esto restringe el uso de los cabezales de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos a velocidades inferiores a 0,5 m/s. La velocidad de impresión es la velocidad relativa entre el soporte receptor y al cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos durante la impresión.

En la técnica anterior se han propuesto distintas soluciones para igualar la velocidad media de gotas formadas en escala de grises y por múltiples impulsos. En el documento US 6 402 282 se divulga una solución que consiste en introducir un retardo temporal adicional entre la aplicación de sucesivas señales de accionamiento que generan sucesivas gotitas desde un determinado canal. El retardo temporal se escoge para que una variación de la velocidad media a la que se desplazan las correspondientes gotitas hacia el soporte receptor permanezca por debajo de un valor dado. El retardo temporal se denomina tiempo de permanencia en canal. Desafortunadamente, la adición de retardos temporales a una secuencia de impulsos de accionamiento reduce la velocidad de impresión máxima del cabezal de impresión.

Otro enfoque incluye la aplicación de un impulso de refuerzo antes de la aplicación de la señal de accionamiento que genera la primera gotita. Este impulso de refuerzo introduce una cantidad de energía en la cámara de tinta, antes y además de la energía aportada por medio de la señal de accionamiento de la primera gotita. La entrada de energía adicional aumenta la energía disponible en la cámara de tinta para expulsar la primera gotita y, además, incrementa la velocidad media de la primera gotita en el momento de ser expulsada. El impulso de refuerzo sólo se aplica antes de la señal de accionamiento para expulsar la primera gotita y, por tanto, no afecta a las gotitas posteriores. Por consiguiente, la velocidad de la primera gotita se incrementa, mientras que, en principio, la velocidad de las gotitas posteriores se mantiene sin cambios. Sin embargo, en la práctica sigue habiendo una diferencia entre la velocidad de la primera gotita y la de las gotitas posteriores, lo que hace que este enfoque no sea apropiado para aplicaciones de impresión a alta velocidad. La aplicación de un impulso de refuerzo antes de la aplicación del impulso de expulsión principal se divulga en los documentos US 6 857 715 y US 6 231 151.

En la solicitud de patente WO 98/08687, los cambios en la velocidad de gota de gotas formadas por múltiples gotitas pueden regularse modificando la amplitud de los impulsos eléctricos de señal de accionamiento. En comparación con el método de accionamiento divulgado en el documento EP 0 968 822, este enfoque precisa de un sistema de circuitos electrónicos de accionamiento que permita variar la amplitud de tensión entre impulsos de accionamiento individuales en una secuencia de impulsos de accionamiento que generan una gota formada por múltiples gotitas. Este requisito incrementa el coste y la complejidad de la electrónica de accionamiento del cabezal de impresión.

La solicitud de patente WO 2006/093342 de Shingyohuchi (JP), asignada a Ricoh KK, con fecha de prioridad de 04-03-2005, aborda el problema de que, en la impresión por inyección de tinta, para un modo de impresión a alta velocidad y de baja resolución se requieren gotitas más grandes que para un modo de impresión de gran calidad y alta resolución. Mediante el uso de un aparato de formación de imágenes que comprende un cabezal de impresión capaz de expulsar en un solo ciclo una o más gotitas de tinta que se fusionan y forman una gota individual antes de caer sobre una hoja impresa, se pueden crear tanto gotitas pequeñas como grandes. Esto requiere una selección adecuada de señales de accionamiento para el cabezal de impresión. Una ventaja que presenta este método es que, en el modo de impresión a alta velocidad, puede conseguirse que el número de gotitas en una gota fusionada individual sea variable, lo que permite aumentar la calidad de imagen si se emplea una técnica de tramado multinivel que proporcione a una pluralidad de bits por canal.

La publicación de patente US 6 488 349 de Matsuo Kiji (JP) et al., asignada a Matshushita Electric Industrial Ltd, cuya fecha de prioridad más temprana es 21-09-1999, da a conocer un cabezal de impresión por inyección de tinta que emplea múltiples impulsos en un solo ciclo de impresión para expulsar una pluralidad de gotitas que se fusionan y forman una gota con un volumen variable. El intervalo de tiempo entre los impulsos no es fijo. Al contrario, el intervalo de tiempo se aproxima gradualmente al periodo propio del actuador que está dentro del cabezal de impresión. El resultado es que, durante el ciclo de impresión, las gotitas expulsadas más tarde se expulsan a una velocidad más alta que las gotitas que fueron expulsadas antes, por lo que se fusionan en vuelo mucho antes de impactar sobre el papel.

La solicitud de patente EP 0 194 852 de Howkins Stuart (EE.UU.), y asignada a Exxon Printing Systems, con fecha de prioridad 11-03-1985, aborda el problema de que, cuando son expulsadas por un cabezal de impresión, las gotas de tinta tienden a formar ligamentos que son arrastrados por la gota propiamente dicha. Estos ligamentos se rompen y forman pequeñas gotitas espurias de una manera incontrolada que degrada la calidad de imagen. El documento da a conocer cómo, mediante la aplicación de una secuencia específica de unos primer, segundo y tercer impulsos, las gotitas expulsadas se disgregan de manera controlada, de manera que se fusionan de nuevo antes de impactar sobre el sustrato imprimible.

La publicación de patente US 6 059 393 de Takahashi Yoshikazu, asignada a Brother KKK, con fecha de prioridad de 09-05-2000, da a conocer un método para operar un cabezal de impresión de tal manera que las múltiples gotitas que son expulsadas en un solo ciclo de impresión se fusionan durante su vuelo, antes de impactar con el sustrato imprimible. El método consigue esto impartiendo a una segunda gotita una velocidad más alta que a una primera gotita que es expulsada por el cabezal de impresión. La impartición de una velocidad de expulsión más alta a una segunda gotita puede realizarse aumentando la tensión o la longitud del segundo impulso que activa la expulsión de la segunda gotita.

La solicitud de patente US 2004 / 061 731 de Fujimura Hideko (JP) et al., asignada a CANON KK, con fecha de prioridad 01-04-2004, consigue el mismo efecto que el método del documento US 6 059 393. En este caso, se consigue una velocidad de expulsión más alta de la segunda gotita mediante la reducción de su volumen.

En resumen, parte de la técnica anterior concerniente a la igualación de la velocidad de gotas formadas por múltiples gotitas expulsadas desde un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos se centra en formas de onda adaptadas para aumentar la velocidad de la gota formada por una sola gotita en relación con la de las gotas formadas por múltiples gotitas o para reducir la velocidad de gotas formadas por múltiples gotitas con relación a la de la gota formada por una sola gotita. Otra parte de la técnica anterior gira en torno a un sistema de circuitos electrónicos de accionamiento adaptado para regular la amplitud de tensión de las formas de onda aplicadas. Comparten el mismo objetivo de reducción de las variaciones de velocidad de gota, por lo que también reducen los

errores de colocación de gota sobre un soporte receptor. Estos enfoques también presentan la misma desventaja, al no estar abiertos a los usuarios finales o integradores de sistemas de cabezales de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos, es decir, normalmente las formas de onda de accionamiento y la electrónica de los controladores de cabezal de impresión son marcas registradas del fabricante de cabezales de impresión. No obstante, los integradores de sistemas desarrollan, en estrecha colaboración con los usuarios finales, sistemas de impresión para aplicaciones de impresión industrial que reúnen una alta velocidad y una elevada calidad y que requieren, por tanto, una gran uniformidad de velocidad de gota. Existe una necesidad de igualar la velocidad de gota en aplicaciones de impresión por inyección de tinta en escala de grises y por múltiples impulsos de una manera que esté abierta a los integradores de sistemas o a los usuarios finales.

## RESUMEN DE LA INVENCION

Un objeto de la invención es proporcionar un método para accionar un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos en el que las velocidades de gota de las diversas gotas formadas por múltiples gotitas que son expulsadas desde el cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos sean igualadas dentro de unos límites aceptables para que el cabezal de impresión pueda emplearse en aplicaciones de impresión industrial a alta velocidad.

El objetivo anteriormente mencionado se consigue proporcionando un método para accionar un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos en el que cada gota formada por múltiples gotitas que es expulsada desde el cabezal de impresión comprende al menos dos gotitas.

En las reivindicaciones dependientes se exponen características específicas de las realizaciones preferidas de la invención.

Otras ventajas y realizaciones de la presente invención se harán evidentes en la descripción y los dibujos siguientes.

## BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra una vista en perspectiva despiezada en la que se ha cortado una parte de un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos.

La figura 2 muestra una vista parcial en corte transversal del cabezal de impresión por inyección de tinta representativo de la figura 1, cortado a lo largo de una línea II-II, sin el sustrato.

Las figuras 3A y 3B son vistas para explicar el proceso de expulsión de gotitas en el cabezal de impresión por inyección de tinta representativo de la figura 1.

La figura 4 muestra una forma de onda de actuación para accionar la expulsión de una gotita en el cabezal de impresión por inyección de tinta representativo de la figura 1.

La figura 5 muestra variaciones de velocidad de gota como una función de la frecuencia de disparo para distintos números de gotitas por gota, mediante el empleo de una forma de onda típica para accionar un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos.

La figura 6 muestra un volumen de gotita de una primera gotita como una función de un reloj de muestreo, mediante el empleo de una forma de onda típica para accionar un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos.

La figura 7 muestra una forma de onda de accionamiento modificada para evitar la expulsión de una primera gotita.

## DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

Las impresoras de inyección de tinta piezoeléctrica se valen del efecto piezoeléctrico inverso, que hace que ciertos materiales cristalinos cambien de forma cuando se aplica una tensión a través de ellos. En la inyección de tinta piezoeléctrica se utiliza una deformación de la forma del material cristalino (cerámica piezoeléctrica) para reducir el volumen de una cámara que contiene tinta, lo que se traduce en el apretamiento de tinta a través de una boquilla situada en una pared de la cámara. Dependiendo del modo de deformación de la cerámica piezoeléctrica, la tecnología puede clasificarse en cuatro tipos principales: de apretamiento, de plegado, de empuje y de cizallamiento. En un cabezal de impresión en modo de cizallamiento, el campo eléctrico que provoca la deformación deseada de la cerámica piezoeléctrica está diseñado para ser perpendicular a la polarización de la cerámica piezoeléctrica. La descripción se centrará más a fondo en los cabezales de impresión piezoeléctricos en modo de cizallamiento, tales como, por ejemplo, los desarrollados y fabricados por Xaar (R.U.).

El estado de la técnica de la tecnología en modo de cizallamiento permite realizar una impresión en escala de grises de alta calidad en la que se expulsan sucesivamente múltiples gotitas de tinta de pequeño tamaño desde una

boquilla individual en un corto periodo de tiempo, lo que permite que estas gotitas se fusionen en vuelo y formen una gota individual o se fusionen sobre el soporte receptor y formen una gota individual. El número de pequeñas gotitas de tinta que son expulsadas y se fusionan y forman una gota individual es variable, lo que da lugar de ese modo una tecnología capaz de imprimir puntos de tamaño variable sobre un soporte receptor.

5 En el documento EP 0 968 822 B1 se divulga una descripción detallada de un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos que utiliza la tecnología en modo de cizallamiento. Un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos puede presentar una multitud de canales de tinta paralelos y muy poco separados que cuentan con paredes piezoeléctricamente desplazables que separan los canales. Cada canal puede ser actuado por una o ambas de las paredes laterales desplazables. En una disposición típica, a un electrodo en cada canal se le dota de una conexión eléctrica externa, y, cuando se aplica una diferencia de tensión entre el electrodo correspondiente a un canal y los electrodos de los canales vecinos, las paredes que separan los canales se desplazan, lo que hace que el volumen del un canal se expanda o contraiga, dependiendo del signo de la tensión, lo que ocasiona la expulsión de una gota de tinta desde una boquilla que se comunica con el canal. La figura 1 es una vista en perspectiva despiezada que muestra un cabezal de impresión por inyección de tinta típico parcialmente cortado, que incorpora actuadores de pared piezoeléctrica que operan en modo de cizallamiento. Comprende dos láminas de unos elementos piezoeléctricos rectangulares 2 y 3 que están adheridas y fijadas, por adhesión mediante resina epoxi, a un lado de la superficie de un sustrato 1 de material cerámico. En los elementos piezoeléctricos 2 y 3 se ha formado, por medio de una cortadora de disco diamantado, una pluralidad de ranuras largas 4 que están dispuestas en paralelo a un intervalo predeterminado y que tienen la misma anchura, la misma profundidad y la misma longitud. Sobre la superficie lateral y la superficie inferior de las ranuras largas 4 se han formado unos electrodos 5, y desde los extremos posteriores de las ranuras largas 4 hasta la superficie superior posterior del elemento piezoeléctrico 3 se han formado unos electrodos de plomo 6. Estos electrodos 5 y 6 se han formado por niquelado químico. Una placa de circuito impreso 7 está adherida y fijada al otro extremo de la superficie del sustrato 1. Sobre la placa de circuito impreso se ha montado un circuito integrado de accionamiento 8, que incluye un circuito de accionamiento, y sobre la placa de circuito impreso también se han formado patrones conductores 9 que se han conectado al circuito integrado de accionamiento 8. Además, los patrones conductores 9 han sido conectados respectivamente a los electrodos de plomo 6 a través de unos hilos 10 por soldadura de hilo. Una placa superior 11 de cerámica se ha adherido y fijado al elemento piezoeléctrico 3 por adhesión mediante resina epoxi. Además, una placa de boquillas 13, dotada de una pluralidad de orificios 12, está adherida y fijada al extremo superior de cada uno de los elementos piezoeléctricos 2 y 3. De ese modo, las partes superiores de las ranuras largas 4 quedan cubiertas por la placa superior 11, y los extremos superiores de las mismas están cerrados por la placa de boquillas 13, de manera que cada una de las ranuras forma una cámara de tinta que actúa como una cámara a presión. En la placa superior 11 se ha formado una cámara de tinta común 14, y las partes extremas posteriores de las cámaras de tinta formadas por las ranuras largas 4 se comunican con la cámara de tinta común 14. Además, la cámara de tinta común 14 se comunica con un sistema de suministro de tinta (no se muestra). La figura 2 es una vista en corte transversal parcial que muestra el cabezal de impresión por inyección de tinta que tiene la estructura mostrada en la figura 1, cortado a lo largo de una línea II-II, sin el sustrato 1. Las paredes laterales de las cámaras de tinta 15 formadas por las ranuras largas 4 están hechas con los elementos piezoeléctricos 2 y 3, que están polarizados respectivamente en sentidos opuestos entre sí en la dirección del grosor de placa, tal y como indican las flechas.

A continuación los principios operacionales del cabezal de impresión por inyección de tinta descrito anteriormente se explicarán con referencia a las figuras 3A y 3B. Con la condición de que cada cámara de tinta 15 esté llena de tinta, se presta atención a tres cámaras de tinta 15A, 15B y 15C, que están divididas por unas paredes laterales P1, P2, P3 y P4 hechas con los elementos piezoeléctricos 2 y 3. Suponiendo que al electrodo 5 de la cámara de tinta central 15B se le ha aplicado una tensión positiva y en los electrodos 5 de ambas cámaras de tinta contiguas 15A y 15C se ha establecido un potencial de tierra (GND), entonces ambas paredes laterales P2 y P3 de la cámara de tinta 15B están polarizadas respectivamente en sentidos opuestos entre sí en la dirección del grosor de película y, por tanto, las paredes laterales P2 y P3 se deforman rápidamente hacia fuera para aumentar el volumen de la cámara de tinta 15B. Debido a esta deformación, se introduce una presión negativa en la cámara de tinta 15B y se suministra tinta a la cámara de tinta 15B desde la cámara de tinta común 14. En este estado, al electrodo 5 de la cámara de tinta central 15B se le aplica entonces una tensión negativa, mientras que el potencial de tierra se mantiene en los electrodos 5 de ambas cámaras de tinta colindantes 15A y 15C, lo que se traduce, tal y como se muestra en la figura 3B, en la rápida deformación hacia dentro de ambas paredes laterales P2 y P3 de la cámara de tinta 15B con el fin de reducir el volumen de la cámara de tinta 15B. Esta reducción de volumen de la cámara de tinta 15B genera una presión positiva en la cámara de tinta 15B, lo que de ese modo empuja una gotita de tinta fuera del orificio 12 en el extremo de la cámara de tinta 15B. En este estado, el potencial del electrodo 5 de la cámara de tinta 15B pasa a parecerse más al potencial de tierra y, entonces, las paredes laterales P2 y P3 recuperan rápidamente su posición original. Gracias a esta operación de recuperación, se corta la cola de la gotita de tinta empujada fuera del orificio 12 y la gotita de tinta vuela hacia el soporte receptor.

La figura 4 ilustra la forma de onda de actuación que induce la expulsión de una gotita desde el orificio 12 de la cámara de tinta 15B. La magnitud de la tensión de actuación se indica en el eje de ordenadas y el tiempo normalizado en el eje de abscisas. El periodo de expansión de canal está indicado como "C" y tiene una duración DR. A partir de entonces, el periodo de expansión de canal viene seguido de manera sustancialmente inmediata de un periodo de contracción de canal "X" de duración 2DR, al que a su vez sigue un periodo "D" de duración 0,5DR en el

que el canal permanece en un estado en el que no está ni contraído ni expandido. La forma de onda combina las enseñanzas de D.B. Bogy et al. relativas a la propagación de ondas y la expulsión de gotitas en dispositivos de inyección de tinta que producen gotas bajo demanda, publicadas en IBM Journal of Research and Development, Vol. 28, Nº 3, mayo 1984, y las enseñanzas de A. Scardovi relacionadas con la cancelación de ondas de presión en dispositivos de inyección de tinta que producen gotas bajo demanda, publicadas en la patente estadounidense Nº 4 743 924.

Tras el periodo de permanencia, la forma de onda puede repetirse según proceda para expulsar más gotitas en el proceso de generación de gotas formadas por múltiples gotitas. El número de gotitas expulsadas sucesivamente desde la cámara de tinta 15 en un proceso de generación de gotas formadas por múltiples gotitas está determinado por un dato de tono de impresión facilitado al cabezal de impresión por inyección de tinta para esa cámara de tinta. El dato de tono de impresión es representativo del valor de gris asociado al píxel de imagen que hay que reproducir sobre el soporte receptor mediante la impresión de una gota de tinta. En procesos de inyección de tinta por expulsión de gotas formadas por múltiples gotitas, el dato de tono de impresión que se introduce en el cabezal de impresión determina el número de gotitas en una gota formada por múltiples gotitas y, con el mismo, el volumen de gota de la gota formada por múltiples gotitas y el tamaño del punto impreso sobre el soporte receptor. La frecuencia a la que pueden expulsarse gotas formadas por múltiples gotitas desde cada una de las cámaras de tinta 15 del cabezal de impresión se denomina frecuencia operativa de disparo del cabezal de impresión.

Entre los cabezales de impresión que emplean la anteriormente descrita tecnología en escala de grises y por múltiples impulsos y que están a la venta en el mercado se encuentra el cabezal de impresión OmniDot 760/GS8 de Xaar (R.U.), que tiene un volumen básico de gotita de 8 pL y 6 niveles de grises. Idealmente, el cabezal de impresión administra 0 pL para 0 gpg, 8 pL para 1 gpg, 16 pL para 2 gpg, 24 pL para 3 gpg, 32 pL para 4 gpg y 40 pL para 5 gpg. «gpg» son las siglas de gotitas por gota. El cabezal de impresión OmniDot 760/GS8 viene con una forma de onda de accionamiento estándar incorporada, tal y como se muestra en la figura 4.

Toshiba Tec (JP) también tiene en el mercado un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos CA3, que tiene un volumen básico de gotita de 6 pL y 8 niveles de grises.

Agfa-Gevaert (BE) comercializa otro cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos, el cabezal de impresión UPH, que es equivalente al OmniDot 760/GS8 a efectos de la presente invención.

El rendimiento de un cabezal de impresión UPH, operado con la forma de onda de accionamiento estándar incorporada, está representado en la figura 5. En la figura 4 se muestra esquemáticamente la forma de onda de accionamiento estándar utilizada, en la que la duración del periodo de expansión de canal C es  $9 \cdot R_{mue}$ , la duración del periodo de contracción de canal X es  $18 \cdot R_{mue}$  y la duración del periodo de permanencia P es igual a  $3 \cdot R_{mue}$ .  $R_{mue}$  (Reloj de muestreo) es la unidad de tiempo más pequeña, es decir, la resolución, de la forma de onda de accionamiento del cabezal de impresión y puede expresarse en nanosegundos (ns), por ejemplo, tal y como se muestra en la figura 5. Una (1) unidad de tiempo  $R_{mue}$  representa un (1) bit en una representación de forma de onda de accionamiento. Por lo tanto, la forma de onda de accionamiento estándar también puede representarse como una secuencia de bits. En el ejemplo dado, la forma de onda puede describirse como 9-18-3 bits por gotita. Puede que las restricciones eléctricas del sistema de circuitos de accionamiento por formas de onda, por ejemplo, el paso de tensión máximo, hagan necesario realizar pequeñas modificaciones en la forma de onda de la figura 4.

La figura 5 muestra las variaciones de velocidad de gota como una función de la frecuencia de disparo para distintas gpg. La frecuencia de disparo está representada en el eje de las abscisas por la variable  $R_{mue}$  (Reloj de muestreo), que está relacionada con la frecuencia de disparo de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia de disparo} = (R_{mue} \cdot 32 \cdot \text{gpg.max} \cdot 3)^{-1}$$

Los resultados mostrados en la figura 5 se han obtenido haciendo trabajar el cabezal de impresión UPH con tinta Anuvia Cyan, comercializada por Agfa-Gevaert (BE), a una temperatura de lanzamiento en chorro de 45 °C, y accionándolo con la forma de onda de accionamiento estándar incorporada que se ilustra en la figura 4, a una tensión de 17 V.

Si la figura 5 muestra que la velocidad de gota de una gota formada por múltiples gotitas es más baja que la de la gota formada por una sola gotita, esto significa que todas las gotitas expulsadas de la gota formada por múltiples gotitas no se fusionaron y formaron una gota individual antes de alcanzar el soporte receptor, es decir, la velocidad de gotita de una de las gotitas expulsadas más tarde fue demasiado lenta como para alcanzar a las gotitas expulsadas con anterioridad. En la gráfica se muestra la velocidad de la gotita más lenta de la gota formada por múltiples gotitas. Por ejemplo, para un  $R_{mue}$  entre 260 y 290 ns, la gota de 2 gpg parece ser más lenta que la gota de 1 gpg, lo que quiere decir que la segunda gotita no se fusiona con la primera gotita para formar una gota formada por múltiples gotitas individual. Naturalmente, esta no es un estado de funcionamiento preferido.

Una conclusión importante que se saca de la gráfica es que (i) cuando la velocidad de la gota de 1 gpg es máxima, la gota de 2 gpg no se fusiona, y (ii) cuando las velocidades de gota formada por múltiples gotitas son máximas, la

gota de 1 gpg es demasiado lenta.

No existe una ventana de funcionamiento en la que todas las gotas en escala de grises tengan una velocidad de gota equiparable (por ejemplo, diferencias de velocidad de gota < 5%) y una velocidad de gota absoluta lo suficientemente elevada (por ejemplo, velocidad de gota > 6 m/s) como para que sea indicada para aplicaciones de impresión a alta velocidad. A partir de los datos de la figura 5, el mejor estado de funcionamiento sería un Rmue de 250 ns, al que todas las gotas formadas por múltiples gotitas se fusionarían, pero con una variación de velocidad de gota entre la gota de 1 gpg y la de 4 gpg de aproximadamente 0,9 m/s.

Una gota 0,9 m/s más lenta que se desplazase a una velocidad de gota nominal de 6,5 m/s se traduciría en que la gota alcanzaría un soporte receptor a una distancia de 1 mm del cabezal de impresión aproximadamente 0,016 ms más tarde. A las velocidades de impresión más elevadas que se dan en las aplicaciones de impresión industrial, es decir, a velocidades relativas entre el cabezal de impresión y el soporte receptor más altas durante el proceso de impresión, este retardo de caída se manifiesta como un error de colocación de gota sobre el soporte receptor impreso. Por ejemplo, a una velocidad de impresión de 0,8 m/s, la gota de 1 gpg 0,9 m/s más lenta se manifiesta como un error de colocación de punto de aproximadamente 12 µm. A una resolución de impresión de 360 dpi, es decir, a una distancia de aproximadamente 70 µm entre puntos vecinos, este error de colocación de punto puede provocar la aparición de artefactos de impresión visibles, por ejemplo, en el borde de una zona sólida de alta densidad sobre un fondo de baja densidad. Esto es, el paso de una impresión de 4 gpg (densidad elevada) a una impresión de 1 gpg (densidad reducida) se traduce en que todas las gotas de 1 gpg caen demasiado tarde nada más allá del borde de la zona sólida, lo que hace de ese modo que la distancia entre puntos aumente de 70 µm a aproximadamente 82 µm. Este cambio sistemático de la distancia entre puntos aparece en la copia como una línea blanca parcialmente solapada que es visible.

Por lo tanto, las variaciones de velocidad de gota entre gotas en escala de grises a las velocidades de impresión utilizadas en las aplicaciones de impresión industrial pueden tener consecuencias inaceptables para la calidad de los impresos.

Un método de impresión en el que se sacrifica rendimiento en escala de grises a cambio de velocidad de impresión ofrece una solución al problema anteriormente descrito. El método de impresión según la invención evita la impresión de gotas de 1 gpg desde un cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos. Es decir, nunca se imprime una primera gotita como una gota independiente, sino siempre como parte de una gota formada por múltiples gotitas. Observando de nuevo el resultado de las pruebas representado en la figura 5, las variaciones de velocidad de gota para un Rmue de 250 ns entre gotas formadas por múltiples gotitas es menor que 0,4 m/s. Esto es menos que la mitad de la variación entre una gota de 1 gpg y una de 4 gpg para el Rmue igual a 250 ns, lo que se traduce en una mejora en la precisión de colocación de gota de más de un 50%.

La pérdida de un nivel de grises del cabezal de impresión en escala de grises puede compensarse con un tramado multinivel adecuado, una técnica de tratamiento de imágenes que crea la impresión de niveles de tono intermedios mediante la modulación espacial de los restantes niveles de grises desde el cabezal de impresión en escala de grises. El tramado multinivel es bien conocido en la técnica, y en el documento EP 1 239 660 se divulga una realización para su uso con cabezales de impresión por inyección de tinta en escala de grises. Mediante el uso de técnicas de tramado multinivel puede crearse un archivo de imagen que se imprima únicamente con gotas formadas por múltiples gotitas, evitándose de ese modo el uso de la problemática gota formada por una sola gotita (1 gpg) y conservándose una calidad de imagen en escala de grises aceptable.

Debe entenderse que las características básicas del cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos no se ven afectadas por la utilización del método de impresión según la invención, es decir, el cabezal de impresión conserva su capacidad de generación de gotas de 1 gpg, pero es accionado de tal manera que la gota de 1 gpg no se emplea. En esta realización de la invención, la gota más pequeña utilizada en el proceso de impresión es ahora la gota de 2 gpg, que tiene un volumen de gota que es sustancialmente el doble del volumen de gota más pequeño que se puede obtener intrínsecamente del cabezal de impresión (es decir, el volumen de la gota de 1 gpg). En otras palabras, el detalle impreso más pequeño tiene ahora el doble del tamaño de lo que el cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos es capaz de imprimir intrínsecamente. Una ventaja del método de impresión descrito anteriormente es que puede emplearse con cualquier cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos, puesto que no altera el cabezal de impresión, sino los datos de imagen que el cabezal de impresión tiene que imprimir.

En una realización más preferida del método de impresión, y en la medida en que la electrónica del cabezal de impresión lo permita, la forma de onda de accionamiento responsable de la generación de la primera gotita en una serie de gotitas de la gota formada por múltiples gotitas se ajusta de modo que disminuya el volumen de gotita de la primera gotita en la serie de gotitas. El efecto de este ajuste de forma de onda es que hace que el tamaño del detalle más pequeño que puede imprimirse utilizando el método de impresión, es decir, la gota de 2 gpg, se asemeje más al detalle intrínseco más pequeño que puede imprimir el cabezal de impresión en escala de grises, es decir, la gota de 1 gpg. Evidentemente, esta realización preferida requiere acceder a la/s forma/s de onda que accionan el cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos, por ejemplo, mediante la descarga de otra descripción de

forma de onda en la electrónica del cabezal de impresión. Un enfoque para modificar la forma de onda de accionamiento de la primera gotita puede ser cambiar el ancho de los impulsos de accionamiento de la forma de onda de la primera gotita. Por ejemplo, con relación a la figura 4, un tiempo más corto o más largo entre el flanco de subida 41 (es decir, el evento generador de subpresión) del impulso de expansión de canal y el flanco de bajada 42 (es decir, el evento generador de presión) del impulso de expansión de canal reduce el volumen de la gotita que se expulsa. Este efecto se representa en la figura 6 mostrando el volumen de gotita de una gota de 1 gpg como una función del reloj de muestreo. Los datos de la figura 6 se han obtenido con un cabezal de impresión UPH funcionando con tinta Anuvia Cyan, a una temperatura de lanzamiento de chorro de 45 °C y una tensión de accionamiento de 17 V. La forma de onda empleada es la forma de onda estándar incorporada ilustrada en la figura 4. El ancho del impulso de expansión de canal de 9 bits se cambia modificando el reloj de muestreo, lo que altera la duración de 1 bit. El ancho o duración del impulso de expansión de canal es igual a  $9 \cdot R_{mue}$  en unidades de ns. La figura 6 muestra cómo el volumen de la gota de 1 gpg es máximo para un reloj de muestreo de 260 ns, lo que corresponde a un modo de operación en el que el flanco generador de presión 42 del impulso de expansión de canal (es decir, el flanco de bajada 42) refuerza la sobrepresión presente en la cámara de tinta y resultante de la onda de subpresión reverberada generada por el flanco de subpresión 41 del impulso de expansión de canal (es decir, el flanco de subida 41). A medida que el reloj de muestreo cambia, la operación del cabezal de impresión se aleja de su modo de refuerzo máximo, es decir, la sincronización del flanco generador de subpresión 41 con respecto al flanco generador de sobrepresión 42 del impulso de expansión de canal disminuye este efecto de refuerzo y se reduce la energía resultante disponible en la cámara de tinta para la expulsión de gotitas, lo que produce volúmenes de gotita más pequeños. Otro enfoque puede ser la generación de la primera gotita utilizando una tensión de accionamiento menor que reduzca la energía que se introduce en la cámara de tinta para expulsar una gotita de la cámara de tinta.

En una realización aún más preferida del método de impresión, la forma de onda de accionamiento para generar la primera gotita en una serie de gotitas de la gota formada por múltiples gotitas se ajusta de manera que la energía introducida en la cámara de tinta es insuficiente para expulsar una primera gotita desde la cámara de tinta, pero es comparable a la energía residual que quedaría en la cámara tras la expulsión de una primera gotita. El efecto de este ajuste de forma de onda es que el detalle más pequeño que puede imprimirse, que corresponde a una gota de 2 gpg, es realmente una gota formada por una sola gotita que únicamente comprende la segunda gotita. La diferencia con la impresión normal de una gota de 1 gpg como detalle más pequeño que puede imprimirse es que la segunda gotita en la gota de 2 gpg parte de un estado energético en la cámara de tinta «como si se hubiese expulsado la primera gotita». En la parte inferior de la figura 7 se ilustra una forma de onda de accionamiento de la primera gotita que puede utilizarse con este fin. La forma de onda de accionamiento superior de la figura 7 es la forma de onda de accionamiento estándar incorporada que se representa en la figura 4. Esta forma de onda de accionamiento estándar puede representarse como una forma de onda 1-9-18-3, es decir, 1 bit de inactividad, seguido por una expansión de canal de 9 bits, a su vez seguida por una contracción de canal de 18 bits y terminando con un tiempo de permanencia en canal de 3 bits, en la que la duración de cada bit equivale al valor de reloj de muestreo  $R_{mue}$  en unidades de ns. La forma de onda de accionamiento inferior tiene un impulso de expansión de canal modificado. La forma de onda de accionamiento inferior se ha representado como una forma de onda 7-3-18-3. La duración total de la forma de onda modificada es igual a la forma de onda de accionamiento estándar, pero el impulso de expansión de canal se ha acortado tanto, es decir, de 9 bits a 3 bits, que el efecto de refuerzo que se ha descrito en el párrafo anterior está completamente ausente y la energía resultante disponible en la cámara es insuficiente para expulsar una gotita de tinta por la boquilla.

La invención se emplea ventajosamente en aplicaciones de impresión industrial en las que se precisan velocidades de impresión elevadas. Preferiblemente, la invención se utiliza en combinación con velocidades de impresión superiores a 0,8 m/s, es decir, una velocidad relativa entre el soporte receptor y el cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos es superior a 0,8 m/s.

Aunque la invención se ha implementado con éxito utilizando el cabezal de impresión UPH de Agfa-Gevaert, los inventores contemplan que la invención también sea aplicable a otros tipos de cabezales de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos piezoeléctricos porque los fenómenos que subyacen al problema que se resuelve son comunes a la mayoría de cabezales de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos, es decir, una primera gotita en una serie de gotitas expulsadas sucesivamente siempre experimenta condiciones iniciales diferentes en comparación con las gotitas posteriores. Es decir, una primera gotita no puede beneficiarse de la energía residual que queda en la cámara de tinta, mientras que las gotitas posteriores sí que se benefician de la energía residual procedente de anteriores procesos de expulsión. Por lo tanto, en condiciones normales, la primera gotita siempre tendrá propiedades que se desvían de la norma.

Por otra parte, la invención no está limitada a cabezales de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos del tipo piezoeléctrico. El uso de cabezales de impresión por inyección de tinta térmicos y por múltiples impulsos también puede beneficiarse de la invención, ya que la energía térmica residual que queda en la cámara de tinta tras la expulsión de una primera gotita puede traducirse en que las gotas formadas por múltiples gotitas tengan propiedades diferentes en comparación con la gota formada por una sola gotita.

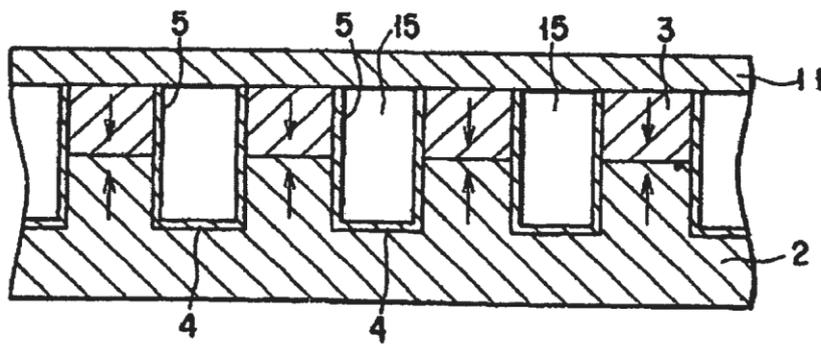
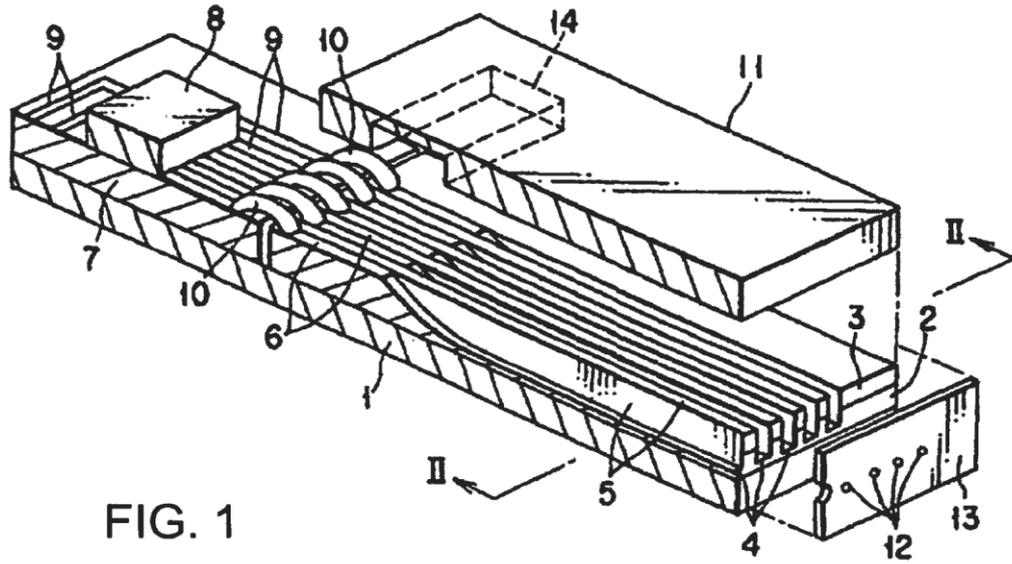
Los expertos en la técnica se darán cuenta de que el problema que subyace a la invención está relacionado con un

cabezal de impresión en escala de grises y por múltiples impulsos, la manera en la que se acciona el cabezal de impresión y el modo en el que la energía aplicada a la tinta se transfiere a la expulsión de gotas. Por lo tanto, la invención no está limitada en cuanto a un tipo cualquiera de tinta empleada en el cabezal de impresión, las condiciones de funcionamiento del cabezal de impresión o cualquier otro aspecto.

5

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método para operar un cabezal de impresión por inyección de tinta para imprimir una imagen sobre un soporte receptor, según el cual el cabezal de impresión por inyección de tinta comprende una cámara de tinta (14) y medios eléctricamente actuables (2, 3) asociados a la cámara de tinta (14), siendo la cámara de tinta capaz de expulsar gotas formadas por una sola gotita y gotas formadas por múltiples gotitas, tal y como queda establecido por un dato de tono de impresión multinivel que representa el valor en escala de grises que está asociado a un píxel de imagen a reproducir sobre el soporte receptor, comprendiendo el método los pasos de:
- 10 - creación de un archivo de imagen que comprende un dato de tono de impresión para imprimir la imagen;  
- introducción del dato de tono de impresión multinivel en el cabezal de impresión;  
caracterizándose el método porque:  
- el archivo de imagen se crea para que excluya el uso de un dato de tono de impresión multinivel que corresponde con la expulsión de una gota que consta tan sólo de una sola gotita.
- 15 2. Método según la reivindicación 1, en el que el archivo de imagen se crea empleando una técnica de tramado multinivel.
- 20 3. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además el accionamiento de los medios eléctricamente actuables (2, 3) con un número de señales eléctricas sucesivas, expulsando cada señal eléctrica una correspondiente gotita de la gota formada por múltiples gotitas, en el que la primera señal eléctrica para expulsar una primera gotita del número de gotitas sucesivas es diferente de una señal eléctrica posterior para expulsar una gotita posterior del número de gotitas sucesivas.
- 25 4. Método según la reivindicación 3, en el que cada una de las señales eléctricas para accionar los medios eléctricamente actuables (2, 3) comprende al menos un impulso (41, 42) y en el que la duración del al menos un impulso (41, 42) en la primera señal eléctrica es más corta o más larga que la duración del al menos un impulso (41, 42) en la señal eléctrica posterior.
- 30 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cada una de las señales eléctricas para accionar los medios eléctricamente actuables (2, 3) se aplica con una tensión de accionamiento y en el que una tensión de accionamiento de la primera señal eléctrica es reducida con respecto a una tensión de accionamiento de la señal eléctrica posterior.



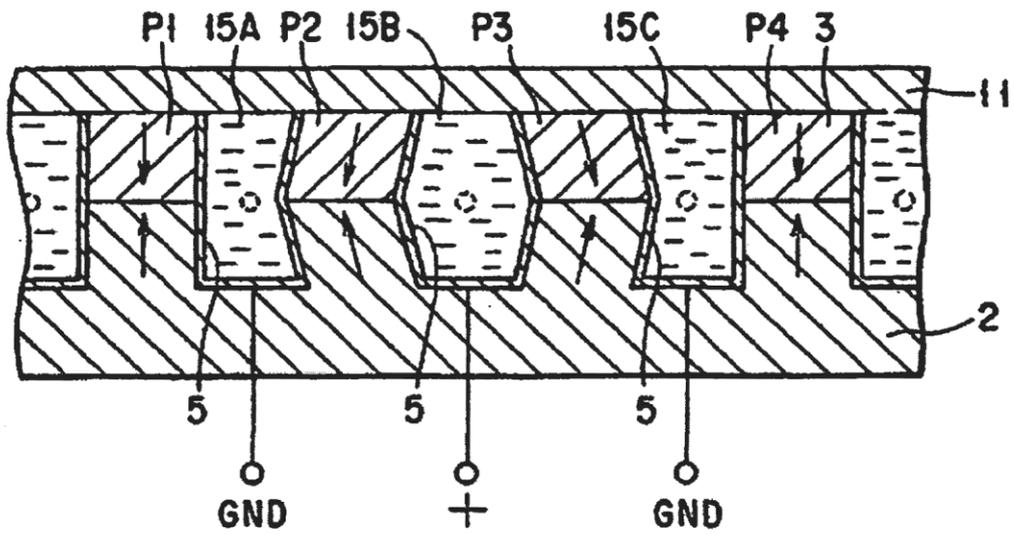


FIG. 3A

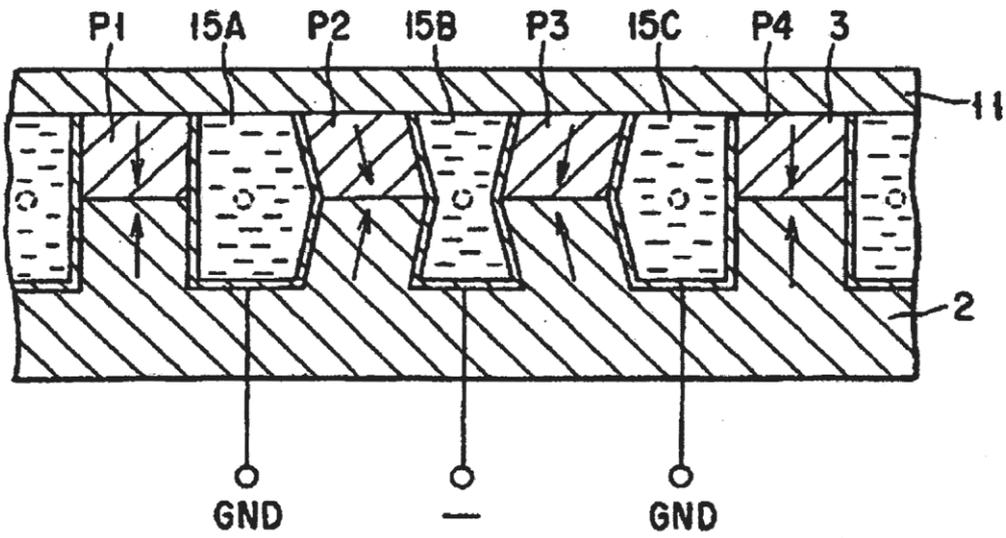


FIG. 3B

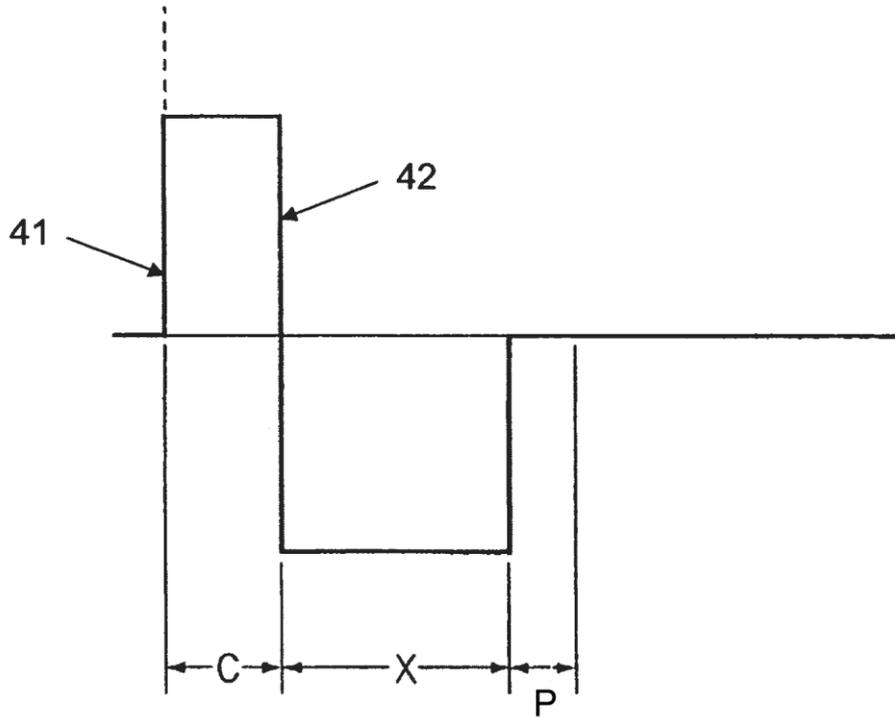


FIG. 4

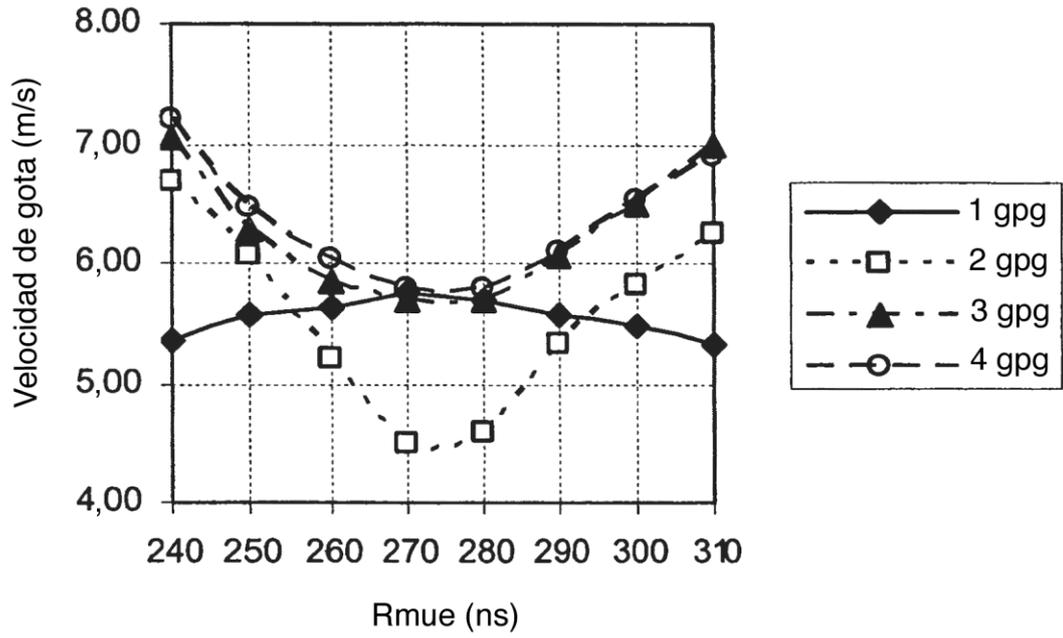


FIG. 5

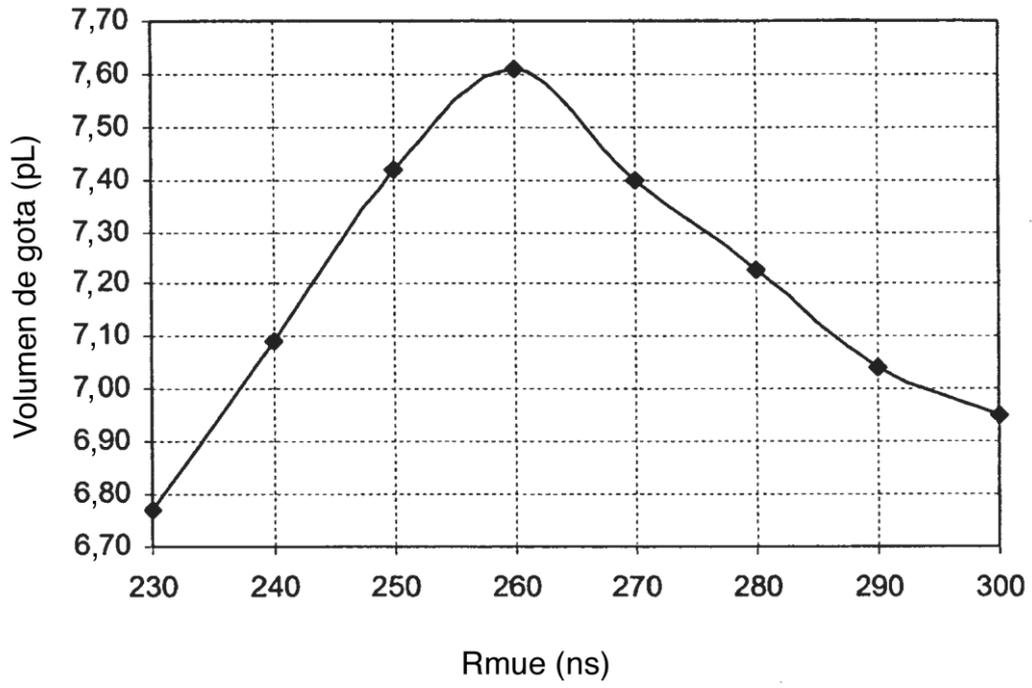


FIG. 6

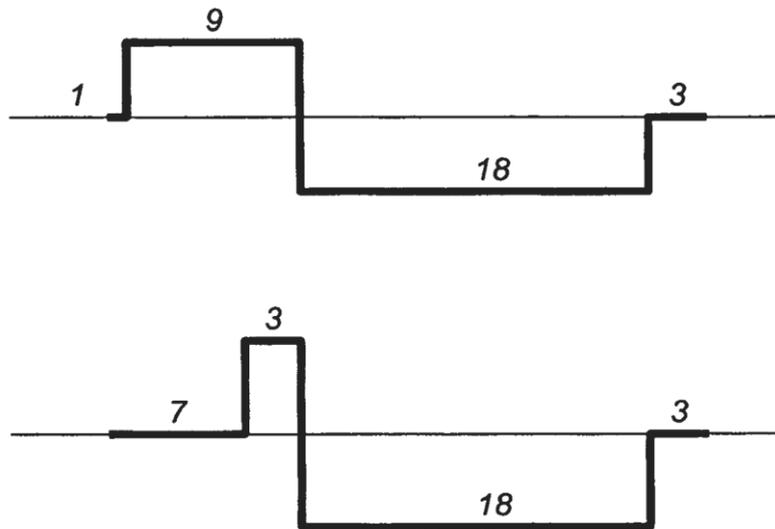


FIG. 7