

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 908**

51 Int. Cl.:  
**B41J 2/095** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07820915 .2**  
96 Fecha de presentación: **04.10.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2086765**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.08.2009**

54 Título: **Impresión mediante desviación de un chorro de tinta a través de un campo variable**

30 Prioridad:  
**05.10.2006 FR 0654112**  
**26.01.2007 US 872092 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.06.2012**

73 Titular/es:  
**MARKEM-IMAJE**  
**9, RUE GASPARD MONGE**  
**26500 BOURG LES VALENCE, FR**

72 Inventor/es:  
**BARBET, Bruno**

74 Agente/Representante:  
**Linage González, Rafael**

ES 2 382 908 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

Impresión mediante desviación de un chorro de tinta a través de un campo variable

5 **Campo técnico**

La invención está en el campo de la proyección de líquido que es diferente de manera inherente de las técnicas de atomización, y más particularmente de la producción controlada de gotitas calibradas, usadas por ejemplo para la impresión digital.

10 La invención se refiere particularmente a la desviación de un chorro de tinta, que permite la desviación selectiva de gotitas en relación con un flujo, para la que un campo de aplicación preferido pero no exclusivo es la impresión con chorro de tinta. El dispositivo y el método según la invención se refieren a cualquier sistema de producción de segmentos de líquido asíncrono en el campo del chorro continuo, en contraposición a las técnicas de gota según demanda.

**Técnica anterior**

20 El funcionamiento típico de una impresora de chorro continuo puede describirse de la siguiente forma: se mantiene a presión una tinta eléctricamente conductora en un depósito de tinta que forma parte de un cabezal de impresión que comprende un cuerpo. El depósito de tinta comprende particularmente una cámara que contendrá tinta que va a estimularse, y un alojamiento para un dispositivo de estimulación de tinta periódica. De dentro hacia afuera, la cámara de estimulación comprende al menos un paso de tinta a una boquilla calibrada perforada en una placa de boquilla: la tinta presurizada fluye a través de la boquilla, formando así un chorro de tinta que puede dividirse cuando se estimula; esta fragmentación forzada del chorro de tinta se induce normalmente en un punto denominado el punto de división de gotas por las vibraciones periódicas del dispositivo de estimulación ubicado en la tinta contenida en el depósito de tinta.

30 Las impresoras de chorro continuo de este tipo pueden comprender varias boquillas de impresión que operan simultáneamente y en paralelo, con el fin de aumentar el área superficial de impresión y por tanto la velocidad de impresión.

35 Partiendo del punto de división, el chorro continuo se transforma en una secuencia de gotas de tinta. Entonces se usa una variedad de medios para seleccionar las gotas que se dirigirán hacia un sustrato que va imprimirse o hacia un dispositivo de recuperación denominado comúnmente un canal. Por tanto, se usa el mismo chorro continuo para imprimir y para no imprimir el sustrato con el fin de obtener los patrones impresos requeridos.

40 La selección usada de manera convencional es la desviación electrostática de las gotas del chorro continuo: un primer grupo de electrodos cerca del punto de división y denominados electrodos de carga, transfiere selectivamente una carga eléctrica predeterminada a cada grupo. Todas las gotas en el chorro, algunas de las cuales se han cargado, pasa entonces a través de una segunda disposición de electrodos denominados los electrodos de desviación que generan un campo eléctrico que modificará la trayectoria de las gotas dependiendo de su carga.

45 Por ejemplo, la variante de chorro continuo desviado descrita en el documento US 3.596.275 (Sweet) consiste en proporcionar una gran cantidad de voltajes para cargar gotas con una carga predeterminada, en un instante de aplicación sincronizado con la generación de gotas para controlar de manera precisa una gran cantidad de trayectorias de gotas. Según otra variante, la colocación de las gotitas en sólo dos trayectorias preferidas asociadas con dos niveles de carga da como resultado una tecnología de impresión con chorro continuo binario descrita en el documento US 3.373.437 (Sweet).

50 Sin embargo, esta técnica tiene varias limitaciones:

55 - La polaridad del potencial aplicado al electrodo de desviación siempre tiene el mismo signo, lo que significa que el electrodo no puede protegerse mediante un aislante eléctrico para eliminar cualquier riesgo de cortocircuito entre el chorro y el electrodo. Además, el generador de alto voltaje debe colocarse entonces adyacente a los componentes electrónicos que proporcionan protección eficaz frente a cortocircuitos, lo que es costoso.

60 - Las cargas eléctricas presentes en la superficie del chorro cerca del electrodo de carga se originan desde la placa de boquilla habitualmente conectada a tierra. La cinética del transporte de estas cargas a lo largo del chorro impone una fuerte restricción en las propiedades de la tinta, con conductividad mínima requerida.

- Es necesario tener una medición de la carga de las gotas y un servocontrol para sincronizar la aplicación de potenciales eléctricos para cargar las gotas con la señal que estimula la fragmentación controlada del chorro.

65 - El tamaño de las gotas que pueden imprimirse es fijo, de modo que es imposible crear un intervalo continuo de tonos de gris en las imágenes impresas.

- Si se usan múltiples chorros, deben conectarse y controlarse individualmente los electrodos de carga situados cerca de cada chorro.

5 Otro enfoque consiste en fijar el potencial de carga y variar la señal de estimulación para mover la ubicación de división del chorro: la cantidad de carga portada por cada gota y por consiguiente la trayectoria de la gota serán diferentes, dependiendo de si la gota se forma cerca o lejos de un electrodo de carga común a todos los chorros. El conjunto de electrodos de carga puede ser más o menos complejo: en el documento US 4.346.387 (Hertz) se explora una gran cantidad de configuraciones. La principal ventaja de este enfoque es la simplicidad mecánica del bloque de electrodos, pero las transiciones entre dos niveles de desviación no pueden manejarse fácilmente: la transición desde un punto de división hasta el otro produce una serie de gotas con trayectorias intermedias no controladas.

15 Se han considerado soluciones para superar esta dificultad que comprenden una modulación de la longitud de división en el documento EP 0949077 (Imaje), pero con una tolerancia mínima en la longitud de división (normalmente de algunas decenas de micrómetros) que es difícil de controlar; o el manejo de partes parcialmente cargadas del chorro con una longitud equivalente a la distancia que separa dos ubicaciones de división claramente definidas en el documento EP 1092542 (Imaje), pero esto requiere el manejo de dos puntos de división y debe reducirse la frecuencia de generación de gotas útiles, con la producción de segmentos de chorro inutilizables.

20 Una alternativa a la desviación selectiva de gotas implica la desviación directa del chorro continuo, por ejemplo, por medio de un campo electrostático estático o variable.

25 Por ejemplo, el documento GB 1521889 (Thomson) da a conocer esta tecnología, con la desviación sustancial de un chorro haciendo que varíe la amplitud del campo electrostático, de modo que el chorro entra o sale de un canal según las necesidades de impresión. Sin embargo, el manejo de las transiciones es problemático: el chorro golpea el borde del canal y lo contamina. Esta técnica también tiene algunas de las mismas desventajas que el chorro continuo desviado clásico, concretamente que es imposible aislar los electrodos de desviación, y la restricción en la conductividad de la tinta.

30 Una variante descrita en el documento WO 88/01572 (Wills) consiste en desviar el chorro y amplificar su desviación por medio de un conjunto de electrodos al que se aplican impulsos de voltaje diferidos, con cambios de fase que dependen de la velocidad de avance del chorro; cuando la amplitud de desviación es suficiente, partes del chorro desviadas se separan de manera natural del chorro continuo y el extremo del chorro produce gotas que o bien se recogen en un canal o bien se proyectan a un medio que va a imprimirse. Aparte del hecho de que es imposible proteger los electrodos con un dieléctrico, puesto que todos los voltajes tienen la misma polaridad, una desventaja inherente a este principio es la necesidad de tener un servocontrol para sincronizar la aplicación de potenciales con la velocidad de avance del chorro. Además, la velocidad de avance del chorro en relación con los electrodos moviliza cargas desde la placa de boquilla lo que hace imposible dividir el chorro en el lado aguas arriba de la zona de desviación (zona de influencia de los electrodos): una división en el chorro interrumpe la continuidad eléctrica del chorro y evita la transferencia de cargas.

45 En general, incluso para desarrollos recientes tales como los de la compañía Kodak para su generador de gotas basado en una técnica de estimulación por calor que permite regímenes de producción de gotas inusuales, todas las soluciones propuestas para la desviación del chorro (calor en el documento EP 0911166, electrostática en el documento EP 0911167, hidrodinámica en el documento EP 0911165, efecto Coanda en el documento EP 0911161, y así sucesivamente), sin excepción, presentan el problema de transiciones entre chorros desviados y no desviados.

50 Por ejemplo, en el documento EP 0911167, se desvía una cortina de chorros mediante un electrodo al que se aplica un potencial de alto voltaje constante; los dos estados estáticos (chorro en la posición desviada y no desviada) se manejan correctamente, pero la producción de segmentos de chorro con trayectorias intermedias genera contaminación y salpicaduras en el sustrato que va a imprimirse. De nuevo, puesto que el potencial de alto voltaje es constante, surgen las mismas desventajas que para las opciones anteriores: restricción en la conductividad de líquidos, imposibilidad de proteger eléctricamente el electrodo de desviación.

55 El documento EP 0013504 A da a conocer un método y un dispositivo, que tiene las características de las reivindicaciones 1 y 14, respectivamente.

### 60 Sumario de la invención

Una de las ventajas de la invención es superar las desventajas de los cabezales de impresión existentes; la invención se refiere al manejo de la desviación de segmentos de chorro de líquido, mientras se protegen los electrodos de desviación y se permite el uso de tinta menos conductora.

65 La invención se refiere por tanto a una técnica de impresión basada en la desviación selectiva de segmentos de líquido extraídos de un chorro de líquido continuo, estando ubicado el dispositivo de desviación de segmentos en el

- lado aguas abajo de la alteración del chorro y de manera más precisa, en el lado aguas abajo de la zona de producción de segmentos de chorro (definiéndose los segmentos de chorro como cilindros de líquido, delimitados por dos puntos de división de chorro). La trayectoria de los segmentos se controla por medio de un conjunto de electrodos de desviación al que se aplican potenciales variables en el tiempo, pero para los que el promedio espacial y temporal es prácticamente cero, preferiblemente señales con cambio de fase, sinusoidales, de alto voltaje. En particular, todo el tiempo, las cantidades de cargas positivas y negativas inducidas en el chorro por los electrodos son prácticamente iguales, para garantizar que el chorro es eléctricamente neutro en la zona de influencia de los electrodos. Hay poca o ninguna circulación de cargas eléctricas a lo largo de grandes distancias en el chorro, particularmente entre la boquilla y la zona de influencia eléctrica de los electrodos.
- El sistema de clasificación de los segmentos de líquido según la invención es particularmente adecuado para la impresión con múltiples chorros, puesto que el nivel de desviación es binario y puede ser común a un gran número de chorros.
- De manera más general, la invención se refiere a un método para desviar un chorro de líquido conductor, tal como tinta, formado a partir de una cámara presurizada y que se emite desde una boquilla a lo largo de una trayectoria hidráulica a una velocidad predeterminada. Se genera un campo eléctrico variable a lo largo de la trayectoria hidráulica, para desviar el chorro. El campo eléctrico se genera aplicando un potencial a varios electrodos colocados a lo largo de la trayectoria hidráulica del chorro, en otras palabras, a lo largo de la línea central de la boquilla, sobre un primera longitud del conjunto de electrodos; electrodos aislados entre sí se disponen aproximadamente en línea a lo largo de la trayectoria hidráulica, y la dimensión de cada electrodo a lo largo de la dirección de la trayectoria es preferiblemente la misma y está separado del electrodo adyacente por una distancia que es ventajosamente constante, por ejemplo por un aislante. El potencial, particularmente una señal de alto voltaje, aplicado a cada electrodo es variable, particularmente de manera periódica, por ejemplo sinusoidal, y el conjunto de potenciales aplicados al conjunto de electrodos es de un promedio temporal y espacial igual a cero; preferiblemente, el conjunto comprende un número par de electrodos y la frecuencia y la amplitud del potencial aplicado a dos electrodos adyacentes son idénticas pero en oposición de fase.
- La aplicación de un potencial de esta naturaleza forma dipolos dentro del chorro por la movilización de iones del líquido que se orientan hacia los electrodos en la red; cargas locales del chorro desvían el chorro. Preferiblemente, el propio chorro se deriva de un depósito y de una boquilla conectada a tierra.
- Ventajosamente, si la distancia que separa la red de electrodos de la trayectoria hidráulica del chorro es menor que dos veces la distancia de aislamiento que separa dos electrodos adyacentes entre sí, se obtiene una desviación máxima.
- Preferiblemente, si la longitud de la red de electrodos es superior a la razón entre la velocidad del chorro y la frecuencia de la señal de alto voltaje aplicada a los electrodos, por ejemplo al menos cinco veces esta razón, se logra una amplitud aproximadamente constante de la desviación del chorro.
- Según otro aspecto, la invención se refiere a un método para la desviación selectiva de segmentos emitidos desde un chorro continuo como una función de su longitud. El método incluye un método para desviar el chorro como el definido anteriormente y aplicar una alteración al chorro para dividirlo y generar segmentos. El punto de división de chorro está preferiblemente en el lado aguas arriba del campo eléctrico, por ejemplo protegido por un apantallamiento, y ventajosamente a una distancia constante desde la boquilla.
- Los segmentos generados pueden tener diferentes longitudes. Es preferible tener segmentos largos, en otras palabras, segmentos para los que la longitud es superior o igual a la longitud de la red de electrodos, alternando con segmentos cortos, preferiblemente más cortos que la distancia más pequeña que separa dos electrodos adyacentes: los segmentos largos se desviarán con una amplitud máxima y, por ejemplo, pueden recuperarse en un canal, y los segmentos cortos no se desviarán o se desviarán en una cantidad pequeña y pueden usarse, por ejemplo, para imprimir. Ventajosamente, los segmentos cortos que forman gotas mediante tensión superficial no portarán una carga eléctrica.
- En una aplicación preferida, el método se usa para la impresión con chorro de tinta y la alteración del chorro se crea activando un actuador piezoeléctrico. Es preferible que actúen simultáneamente una gran cantidad de boquillas y actuadores para formar una cortina de chorros y/o gotas. En este caso, resulta ventajoso si la red de electrodos y/o el apantallamiento del punto de división, y el canal de recuperación, son comunes para todos los chorros.
- La invención también se refiere a un dispositivo que puede provocar la desviación selectiva de gotas de líquido conductor, por ejemplo tinta. El dispositivo comprende al menos un depósito de líquido presurizado con una boquilla de expulsión de líquido en forma de un chorro continuo a lo largo de una trayectoria hidráulica, preferiblemente, el dispositivo comprende una pluralidad de depósitos, posiblemente en línea, para formar una cortina de gotas.
- Cada depósito en el dispositivo según la invención está asociado con medios para alterar el chorro y dividirlo en un punto de división de chorro, por ejemplo actuadores piezoeléctricos. Preferiblemente, el sistema es de manera que

el punto de división de chorro está a una distancia constante desde la boquilla, y puede resultar ventajoso colocar apantallamiento en su sitio en esta posición, por ejemplo un electrodo. Los depósitos y sus boquillas están preferiblemente conectados a tierra.

5 El dispositivo según la invención también comprende un conjunto de electrodos, preferiblemente un conjunto común a todas las boquillas, colocado a lo largo de la trayectoria hidráulica y que se extiende sobre una longitud determinada. La red comprende una pluralidad de electrodos de desviación en secuencia a lo largo de esta trayectoria hidráulica, ventajosamente idénticos entre sí y separados por una distancia preferiblemente constante, por ejemplo por un aislante. En una realización particularmente ventajosa, el número de electrodos es par.

10 Finalmente, el dispositivo comprende medios para aplicar un potencial variable, por ejemplo sinusoidal, a los electrodos. Los medios también son de manera que los promedios espaciales y temporales del potencial aplicado a todos los electrodos en la red es cero. En particular, es preferible si la frecuencia y la amplitud del potencial aplicado a dos electrodos adyacentes en la red son idénticas, pero en oposición de fase. La aplicación de este potencial genera un campo eléctrico que desvía el chorro de su trayectoria hidráulica.

15 Según una realización preferida, la red de electrodos se cubre mediante una película eléctricamente aislante, preferiblemente con un espesor de manera que la razón entre la amplitud de la señal de alto voltaje aplicada a los electrodos y el espesor de la película sea menor que la resistencia dieléctrica del aislamiento.

20 Ventajosamente, la distancia entre la red de electrodos y el eje longitudinal de la boquilla de expulsión, en otras palabras la trayectoria hidráulica, es menor que dos veces la distancia que separa dos electrodos adyacentes en la red.

25 El dispositivo puede comprender un canal de recuperación para el líquido contenido en los chorros desviados.

Finalmente, la invención se refiere a un cabezal de impresión que comprende un dispositivo como el presentado anteriormente y/o que opera según el principio descrito anteriormente.

### 30 **Breve descripción de los dibujos**

Otras características y ventajas de la invención quedarán más claras tras la lectura de la siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos, facilitados como ilustraciones y que de ninguna manera son limitativos.

35 Las figuras 1A y 1B ilustran el método para desviar un chorro continuo por un campo eléctrico.

Las figuras 2A y 2B muestran una desviación según realizaciones preferidas de la invención.

La figura 3 muestra una señal de alto voltaje usada en un método de desviación preferido según la invención.

40 Las figuras 4 muestran la variación de potenciales para una disposición de electrodos según una realización de la invención.

### 45 **Presentación detallada de realizaciones particulares**

En el principio de impresión según la invención, y tal como se describe en la solicitud de patente FR 0553117 (Imaje), el chorro continuo formado por el cabezal de impresión se desvía por medio de un electrodo al que se aplica un alto voltaje estático o sinusoidal, y del que la mayor parte no se imprimirá; para la impresión, se toman como muestra segmentos del chorro de tinta de manera asíncrona, desviados de manera diferente dependiendo de su longitud (proporcionando la longitud un medio para variar la carga eléctrica incluida por longitud unitaria) y dirigidos hacia el sustrato. Estas partes, que pueden transformarse en gotas esféricas bajo el efecto de la tensión superficial, se desprenden del chorro antes de desviarse de manera que su trayectoria es diferente, funcionando el sistema generalmente en modo binario.

55 En particular, tal como se muestra en la figura 1A, en la situación de no impresión, un generador 1 de gotas, que se activa, por ejemplo, por un dispositivo piezoeléctrico, forma un chorro 2 de líquido continuo a lo largo de una trayectoria hidráulica. El chorro 2 descargado por la boquilla 4 del generador 1 a una velocidad predeterminada  $v$  se desvía del eje A de la boquilla 4, concretamente de la trayectoria hidráulica, por medio de un campo eléctrico E; el campo eléctrico E podría crearse por un electrodo 6.

60 El electrodo 6, que se lleva preferiblemente a un alto potencial, forma un condensador con el chorro 2: la fuerza de atracción entre las dos placas 2, 6 de chorro/condensador de electrodo depende principalmente de la diferencia de potencial al cuadrado y de la distancia entre el chorro 2 y el electrodo 6. Por tanto, se modifica la trayectoria del chorro 2.

65 En el lado aguas abajo del electrodo 6, el chorro 2 continúa su trayectoria a lo largo de la tangente a su trayectoria

en la salida de la zona del campo eléctrico E, para dirigirse a lo largo de una trayectoria desviada B hacia un canal 8 de recuperación de tinta.

5 Según la velocidad del chorro v, es posible, por tanto, determinar el ángulo formado entre la trayectoria desviada B y la trayectoria hidráulica A, así como la longitud del cabezal de impresión o la distancia entre la boquilla 4 y el canal 8.

10 La impresión de una gota 12 de tinta sobre un sustrato 10 requiere que el chorro 2 se divida dos veces para delimitar un segmento 14 de líquido que formará, a modo de tensión superficial, dicha gota 12: figura 1B. El segmento 14 es corto y no resulta afectado por el campo E. Preferiblemente, no se somete a la desviación por el electrodo 6 y el punto de división del chorro 2 se ubica al nivel de un apantallamiento, tal como un electrodo 16 llevado al mismo potencial que el líquido y la boquilla 4, que protege el punto de división del campo eléctrico E producido por el electrodo 6 de desviación, de modo que la carga eléctrica portada por el segmento 14 corto es cero, o muy baja. Por consiguiente, el segmento 14 de chorro no se desvía, o lo hace muy ligeramente, cuando pasa delante del electrodo 6 de desviación, y su trayectoria está cerca de la trayectoria hidráulica A del chorro 2 que se descarga desde la boquilla 4. El segmento 14 formado y la gota 12 resultante, por tanto, no se interceptan por el canal 8 de recogida de tinta, sino que puede dirigirse a un sustrato 10 que va a imprimirse.

20 En esta configuración, si el potencial aplicado al electrodo 6 es constante en lo que respecta a otros sistemas según la técnica anterior, el electrodo no puede protegerse por una película aislante porque la superficie de la película aislante almacena cargas eléctricas que alteran el campo de desviación eléctrico. Además, el chorro debe situarse a una distancia significativa del electrodo para evitar cualquier proyección accidental de tinta desde el chorro 2 sobre el electrodo 6, lo que puede producir un cortocircuito entre el chorro y el electrodo. El riesgo de un cortocircuito y el posible daño resultante a piezas hace necesario instalar un sistema de protección electrónico eficaz adyacente al generador de alto voltaje, y esto es caro. En la práctica, no siempre pueden evitarse los cortocircuitos, y hacen que la fuente de alimentación eléctrica se apague; entonces el chorro 2 ya no se desvía, ni se recoge por el canal 8, y el resultado es que el soporte 10 de impresión se cubre con tinta no deseada.

30 Además, si el campo E en esta misma configuración se hace variable, la transferencia de cargas entre la placa 4 de boquilla y la zona en que influye el electrodo 6 hace necesario sincronizar el instante en que se forman las gotas 12 con la señal de alto voltaje. Esta sincronización entre la aplicación de potenciales eléctricos que cargarán o desviarán las gotas con las señales que controlan la fragmentación del chorro también hace necesario tener una medición de la carga de las gotas y/o del servomecanismo.

35 Finalmente, la dependencia entre el proceso de división del chorro (deformación del chorro 2 para formar gotas 12) y la tasa de carga del chorro 2 es difícil de controlar e impone restricciones en las propiedades fisicoquímicas de las tintas.

40 Estos problemas se superan haciendo que el campo eléctrico E aplicado al chorro 2 sea variable, y usando un conjunto 20 de múltiples electrodos de desviación alimentados con potenciales variables (véanse las figuras 2 y 3).

45 En particular, el conjunto 20 de electrodos usado en un dispositivo y para un método según la invención es de manera que el promedio del campo eléctrico E temporal es igual a cero, o casi cero, de manera que el chorro 2 es eléctricamente neutro en la zona de influencia de los electrodos 20; sin embargo, las cargas positivas y negativas distribuidas en el chorro 2 por la red 20 de electrodos se separan, de manera que es posible una desviación. Por tanto, la cantidad de carga positiva inducida en el chorro 2 en cualquier momento por los electrodos en la red 20 alimentados por una señal negativa es casi igual a la cantidad de carga negativa inducida en el chorro 2 por los electrodos alimentados con una señal positiva. Por tanto, no hay o hay poca circulación de cargas eléctricas sobre largas distancias en el chorro 2, particularmente entre la boquilla 4 y la zona de influencia eléctrica de los electrodos 20. Por tanto, es posible usar tintas de baja conductividad: la necesidad de movilizar cargas eléctricas desde la placa 4 de boquilla (habitualmente conectada a tierra) hacia la zona de influencia del electrodo 6 impondría fuertes restricciones en la conductividad de las tintas.

55 En una realización preferida que consiste en actuar sobre el chorro 2 por medio de un número par de electrodos (por ejemplo, un par de electrodos 22, 24) con la misma geometría, las señales eléctricas para cada electrodo tienen la misma amplitud, frecuencia y forma, pero están fuera de fase (en oposición de fase para el par de electrodos).

60 Además, la aplicación preferida se refiere a "múltiples chorros", en otras palabras una pluralidad de boquillas 4, habitualmente en línea, permite la expulsión de una pluralidad de chorros 2 paralelos, que forman uno o varios planos dependiendo del diseño de las boquillas. Los electrodos 20 pueden ser comunes entonces a todos los chorros 2, generándose cada uno de ellos de manera individual por un generador 1.

65 Según esta primera realización ilustrada en la figura 2A, el conjunto 20 de electrodos comprende por tanto dos electrodos 22, 24 exactamente con la misma dimensión h a lo largo de la dirección de la trayectoria hidráulica A, separados por un aislante 26 eléctrico con dimensión H. Cada electrodo 22, 24 se alimenta por una señal variable de alto voltaje con una amplitud dada  $V_0$ , y forma y frecuencia F idénticas pero con un cambio de fase entre ellos; en particular, tal como se ilustra en la figura 3, son dos curvas sinusoidales con un cambio de fase de  $180^\circ$ . Los

electrodos 22, 24 y el aislamiento 26 están preferiblemente a la misma distancia  $d$  de una trayectoria hidráulica A que define una línea de corte, en otras palabras un plano 28 de electrodos en el caso en que haya una gran cantidad de boquillas 4; la zona 30 de influencia de los electrodos 20 se extiende hacia fuera del plano 28 de electrodos hacia el chorro 2, en una distancia corta.

5 En un instante  $t_0$  dado, el primer electrodo 22 con una carga positiva induce una carga con el signo opuesto (-) en la superficie del chorro 2 hacia el que se orienta, creando una fuerza de atracción entre la parte 32 electrostáticamente influida del chorro y del electrodo 22. De manera similar, el electrodo 24 cargado negativamente induce una carga del signo opuesto (+) en la parte 34 del chorro 2 hacia el que se orienta, creando así una fuerza de atracción  
10 proporcional al cuadrado de la carga inducida. El chorro 2 se desvía de su trayectoria hidráulica A bajo la acción de las fuerzas creadas por los dos electrodos 22, 24, y tiende a moverse hacia los electrodos 20.

En esta configuración que es completamente simétrica con respecto a la señal y también a la geometría de los electrodos 22, 24, la acción electrostática induce un dipolo 36 eléctrico en el chorro 2, originándose las cargas implicadas en el dipolo 36 de la separación de portadores (iones) de carga positiva y negativa dentro del chorro 2.  
15 Debe observarse que este fenómeno de separación de cargas es bastante diferente del mecanismo de transferencia de cargas basado en la conducción desde la placa 4 de boquilla (en que, por ejemplo, el chorro 2 puede estar conectado a tierra) a la zona 30 de influencia de los electrodos 20. En particular, el chorro 2 permanece a carga promedio cero si la tinta, el depósito y la boquilla 4 están conectados a tierra.

20 Por tanto, el resultado es una desviación de un chorro 2 continuo por medio de cargas locales, sin cargar el chorro completo.

Obviamente, puesto que el efecto requerido es lograr la neutralidad eléctrica del chorro en la zona 30 de influencia de los electrodos 20 mientras que se separan las cargas positivas y negativas, cualquier combinación de electrodos (tamaño, potencial, distribución, número) que pueda satisfacer estas dos condiciones también satisface el principio de clasificación para los segmentos de chorro según la invención. La figura 2B ilustra un ejemplo en que el conjunto  
25 de electrodos comprende una alternación de electrodos 22<sub>i</sub> que tienen el mismo potencial que los electrodos 24<sub>i</sub> en el potencial inverso; los electrodos están separados por aislantes 26, preferiblemente con las mismas dimensiones y la misma naturaleza entre sí.

El campo eléctrico E irradiado por los electrodos 22, 24 tiende rápidamente hacia cero a medida que aumenta la distancia desde ellos, debido al efecto de compensación entre electrodos. Por ejemplo, para una amplitud  $V_0$  de potencial 1000 V aplicado de manera sinusoidal en un conjunto de electrodos 22, 24, la figura 4 muestra que el potencial V tiende rápidamente hacia cero a medida que aumenta la distancia desde el plano 28 (x, y) de los electrodos (a lo largo del eje z), puesto que los efectos de los electrodos 22<sub>i</sub>, 24<sub>i</sub> se cancelan a una distancia larga. Naturalmente, para otras realizaciones, puede ser diferente la distribución de potenciales cerca del conjunto 20 de electrodos, pero el perfil y el resultado son similares; la disminución en el campo E a lo largo del eje z, proporcional al potencial V, sigue normalmente una curva decreciente exponencial, y puede definirse una distancia de actuación electrostática significativa máxima  $d$  más allá de la cual el campo E es débil o incluso insignificante.  
35

El chorro 2 se ubica de manera suficientemente cerca de los electrodos 20 de modo que la fuerza de atracción aplicada al chorro 2 es significativa; en particular, en el caso de un cabezal de impresión de múltiples chorros, cada boquilla 4 se ubica en la misma línea recta, estando separado el plano formado por las trayectorias hidráulicas A del plano 28 de los electrodos por una distancia  $d$  inferior a o igual a dos veces la distancia de aislamiento H entre dos electrodos 22, 24 adyacentes, de otro modo se reducirá la amplitud de desviación del chorro:  $d \leq 2 \cdot H \leq d_0$  (en el caso de una pluralidad de boquillas 4 no alineadas, es preferible que cada chorro 2 satisfaga esta condición relacionada con la distancia de separación  $d$  del plano 28 de electrodos).  
45

Los campos eléctricos deben ser intensos con el fin de obtener una eficacia de desviación máxima; influyen en el entorno de los electrodos y crean problemas de tipo de precipitación electrostática (el polvo y las salpicaduras llegan a cargarse eléctricamente y se depositan en los conductores) o problemas de compatibilidad electromagnética. Por tanto, con la invención puede minimizarse este tipo de recogida de tinta en los electrodos porque el campo eléctrico permanece confinado lo más cerca posible de los electrodos, lo que aumenta correspondientemente la fiabilidad y la reproducibilidad de la desviación del chorro.  
50

Además, con el fin de evitar completamente el riesgo de descarga disruptiva entre los electrodos 20 y/o el chorro 2, con la invención es posible cubrir la red 20 de electrodos mediante una película 40 eléctricamente aislante. Puesto que el potencial de alto voltaje es variable, el campo de fuerza E que actúa sobre el chorro 2 no se altera por la acumulación o disipación de cargas eléctricas en la superficie exterior del aislante 40 (potenciales de superficie no controlados). El espesor  $e$  del aislante 40 se elegirá preferiblemente para resistir el alto voltaje aun cuando la tinta que conduce electricidad y está conectada a tierra, cubra/contamine accidentalmente la superficie del dieléctrico 40 (en este caso, toda la caída de potencial tiene lugar dentro del espesor  $e$  del dieléctrico 40). Preferiblemente, el espesor  $e$  del dieléctrico 40 es tal que la razón entre la amplitud  $V_0$  de la señal de alto voltaje y el espesor  $e$  de la película 40 es menor que la resistencia dieléctrica del aislante 40.  
55  
60  
65

Por ejemplo, en una realización preferida, el sistema de electrodos está en forma de un sustrato cerámico ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ , al 99%) o de FR4 (fibras de vidrio tejidas y adheridas en una matriz epoxídica). Estos materiales son eléctricamente aislantes de manera inherente y se cubren con pistas conductoras, normalmente cobre chapado en oro, para obtener electrodos usando una técnica de fotolitografía. El valor de la amplitud del voltaje eléctrico es  $V = 800$  Voltios RMS y su frecuencia es  $F = 70$  kHz. Una película 40 aislante hecha de Parylene tipo C con una resistencia dieléctrica de  $270 \text{ V}/\mu\text{m}$  se deposita sobre el conjunto de electrodos 22, 24 con un espesor de  $e = 50 \mu\text{m}$ , separados entre sí por una distancia de aislamiento  $H = 300 \mu\text{m}$ .

Resulta deseable que el tiempo de tránsito para una sección recta del chorro 2 debe ser mucho mayor que el periodo de oscilación de la señal de alta frecuencia  $1/F$ , para garantizar un nivel de desviación constante y por tanto optimizar la ubicación del canal de recuperación para la tinta del chorro desviado. De esta forma, la atracción de una sección 2 de chorro recta se integra durante varios periodos  $1/F$  de la señal de alto voltaje y el nivel de desviación es prácticamente independiente del tiempo de entrada  $t_0$  de cualquier sección de chorro en el campo electrostático  $E$ , en otras palabras independiente del voltaje aplicado al primer electrodo  $22_i$  al final del chorro 2 en el momento de su llegada.

En particular, la longitud  $L$  de la red 20 de electrodos (o la dimensión de la zona 30 de influencia de los electrodos 20) es superior a la razón entre la velocidad  $v$  del chorro 2 y la frecuencia  $F$  de la señal de alto voltaje, de manera que se aplica un número significativo de periodos de atracción a cada sección 2 de chorro recta. Preferiblemente, se elegirá la razón de la longitud  $L$  de la red 20 multiplicada por la frecuencia de desviación  $F$  con respecto a la velocidad  $v$  del chorro 2 para que sea mayor de 5:  $L.F/v \geq 5$ .

Por ejemplo, para una velocidad del chorro  $v$  igual a  $10 \text{ m/s}$ , una longitud  $L$  de la red 20 de electrodos igual a  $1 \text{ mm}$  y una frecuencia  $F$  de la señal de alto voltaje igual a  $100 \text{ kHz}$ , el chorro 2 se somete a la fuerza de atracción electrostática aproximadamente 20 veces.

Cuando se imprime, el chorro 2 se divide, por ejemplo mediante un impulso aplicado a un actuador piezoeléctrico del generador 1, y se forman los segmentos 14. Su amplitud de desviación, que determinará la distancia entre el sustrato 10 que va a imprimirse y el canal 8, también depende entonces de la longitud 1 del segmento 14 en comparación con la longitud  $L$  del conjunto 20 de electrodos. Para un segmento 14a "largo", en otras palabras que pasa a través de la zona 30 de acción de los electrodos ( $l \geq L$ ), la amplitud de desviación aumenta con la longitud de la zona 30 de influencia de los electrodos 20, en la dirección de avance del chorro 2. Por el contrario, cuando el tamaño del segmento 14b es normalmente del orden de magnitud de la altura  $h$  de un electrodo 22, ya no es posible formar dipolos 36, y el nivel de desviación es casi cero.

Por tanto, preferiblemente, la longitud de los segmentos 14a de chorro indicados para desviarse y que no se usan para imprimir, es mayor que o igual a la altura total  $L$  del conjunto 20 de electrodos; la longitud de los segmentos 14b indicada para no desviarse y que formarán gotas 12 y que se usarán para imprimir es menor que la distancia más pequeña  $H$  que separa dos electrodos  $22_i$ ,  $24_i$  adyacentes. La longitud  $l$  de los segmentos 14 viene dada por el intervalo que separa dos señales de alteración del chorro 2; por ejemplo, puede ajustarse en función de la duración entre dos impulsos sobre un actuador piezoeléctrico. Por tanto, es posible modular el tamaño de las gotas 12 en función de las condiciones y del sustrato 10, mientras se mantienen preferiblemente dentro del intervalo requerido ( $l \leq h$ ).

Ventajosamente, los segmentos 14b de tinta que pueden imprimirse no portan carga eléctrica, en otras palabras el líquido está conectado a tierra en el depósito. Preferiblemente, también está situado un apantallamiento en la salida del generador 1 orientado hacia la boquillas 4 alrededor del punto de división de chorro 2 y también está conectado a tierra, para proteger completamente los segmentos 14b cortos que se usarán para imprimir a partir de la influencia del campo eléctrico  $E$ .

Según una realización ventajosa, el chorro 2 se divide a una distancia fija de la boquilla 4; por ejemplo, esto puede realizarse aplicando un impulso fuerte corto sobre un actuador piezoeléctrico, como el descrito en la solicitud de patente FR 0552758.

El dispositivo según la invención posibilita por tanto producir gotas que proceden de un chorro continuo y que pueden imprimirse. En comparación con las técnicas existentes, este principio de imprimir mediante desviación de chorro proporciona las siguientes ventajas:

- Fuera de las situaciones de impresión, el funcionamiento del dispositivo es casi estático: las funciones de estimulación y recogida de chorros están separadas. Un fallo de estimulación del generador 1 no evita que se recojan apropiadamente los chorros 2 de tinta; además, puesto que el dispositivo de estimulación de chorro no se alimenta de manera constante por una señal eléctrica, tiene una vida útil más larga y una fiabilidad mejorada.

- Los riesgos de desconexión del circuito de alto voltaje o de mala calidad de impresión debido a la contaminación acumulada son mucho más reducidos, si no eliminados, lo que hace que el dispositivo sea más fiable. Los campos de desviación eléctricos  $E$  de los chorros 2 tienen un valor medio de cero en el tiempo y limitan la acumulación de

## ES 2 382 908 T3

partículas (polvo, tinta, salpicaduras) lo que difiere del caso cuando los electrodos 6 se alimentan a potenciales fijos que atraen y recogen permanentemente contaminación cargada eléctricamente presente en el entorno del cabezal de impresión.

- 5 - Los electrodos 22, 24 pueden protegerse mediante un dieléctrico 40 mientras que actúa sobre los chorros 2 de tinta. La capa 40 eléctricamente aislante elimina por tanto todos los riesgos de un cortocircuito entre los electrodos 22, 24 y un punto de tierra debido a la formación accidental de un puente de líquido conductor (contaminación, etc.). La seguridad resultante es extraordinariamente mejor, y se elimina el coste adicional de un dispositivo de desconexión del circuito que es esencial cuando la tinta es inflamable.
- 10 - El cabezal de la impresora tolera bien la presencia de tinta en el aislante 40. Esta ventaja es de principal importancia durante las secuencias de inicio/detención de los chorros 2 que a menudo producen la contaminación de elementos del cabezal de impresión. Una gotita de tinta situada en el aislante 40 está en un potencial flotante que sólo altera ligeramente el campo de desviación E. Por otra parte, en los sistemas según la técnica anterior que tienen un electrodo 6 a un voltaje constante, y en los que es imposible usar un aislante 40, la gota de tinta se extiende por el electrodo 6 del que adquiere el potencial, refuerza localmente la acción electrostática en el chorro 2 para crear finalmente un puente de líquido entre el electrodo HV conectado a tierra (cortocircuito).
- 15 - Pueden usarse fluidos de baja conductividad, y el chorro 2 no debe estar conectado a tierra. La tasa a la que se cargan los segmentos 14 de chorro depende de la redistribución de cargas en el chorro 2 (para formar dipolos 36) y ya no para la transferencia de cargas desde tierra (habitualmente la placa 4 de boquilla) a la zona 30 de influencia del electrodo de alto voltaje.
- 20 - Puede eliminarse toda la dependencia o sincronización entre la señal de control de alto voltaje de los electrodos 22, 24 (por tanto, la desviación de los chorros 2) y la señal de división del chorro (estimulación) debido a la falta de cualquier movimiento de cargas en el chorro entre la boquilla 4 y los electrodos 20.
- 25 - Puede ajustarse la longitud l del segmento 14 de chorro según se desee. Esto proporciona la posibilidad de variar de manera continua el diámetro de impacto de las gotas 12 y por tanto posibilita imprimir una imagen con diferentes niveles de grises o mantener el diámetro de impacto en diferentes tipos de sustratos 10.
- 30 - Se amplía el tiempo entre fallos de impresión, particularmente en el caso de un conjunto 20 compuesto por un número par de electrodos de manera que el campo E creado por un par de electrodos 22<sub>i</sub>, 24<sub>i</sub> adyacentes se compensan entre sí y se cancelan en el entorno del cabezal:
- 35
- es más fácil proteger el punto de división de chorro y por tanto evitar la formación de gotitas satélite que portan una carga y pueden desviarse fuertemente y alterar la impresión,
  - las gotitas y la niebla provocadas por las salpicaduras producidas por el canal 8 no se cargan y por consiguiente son menos contaminantes (no hay atracción eléctrica fuera del canal 8).
- 40 - Los elementos funcionales (el apantallamiento 16, los electrodos 20 de desviación, el canal 8) se ubican en el mismo lado de los chorros 2 con respecto a la dirección definida por la boquillas 4, y el cabezal de impresión está accesible para realizar las operaciones de mantenimiento.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para desviar un chorro (2) de líquido, que comprende:
- 5 - formar un chorro (2) de salida de líquido conductor desde una boquilla (4) a una velocidad predeterminada (v) de una cámara presurizada a lo largo de una trayectoria hidráulica (A), y
- desviar el chorro (2) por un campo eléctrico (E) mediante la movilización de cargas dentro del chorro (2);
- 10 caracterizado por:
- generar el campo eléctrico (E), variable a lo largo de la trayectoria hidráulica (A), aplicando un potencial a una secuencia de varios electrodos (22, 24) de desviación a lo largo de la dirección de la trayectoria hidráulica (A), estando aislados los electrodos entre sí y formando un conjunto (20) que se extiende a lo largo de un plano (28) de electrodos paralelo a la trayectoria hidráulica (A) sobre una longitud (L) de la red;
- 15 en el que el potencial aplicado a cada electrodo (22, 24) en el conjunto (20) es variable y el potencial aplicado a todos los electrodos en el conjunto (20) es de un promedio temporal y espacial igual a cero.
- 20 2. Método según la reivindicación 1, en el que el conjunto (20) comprende un número par de electrodos de desviación, y en que el potencial aplicado a dos electrodos (22, 24) adyacentes es de un promedio igual a cero.
3. Método según la reivindicación 1, en el que la salida de chorro (2) desde la boquilla (4) está conectada a tierra.
- 25 4. Método según la reivindicación 1, en el que la trayectoria hidráulica (A) está separada del plano (28) de electrodos una distancia (d) inferior o igual a dos veces la distancia (H) entre dos electrodos (22, 24) del conjunto (20).
5. Método según la reivindicación 1, en el que el potencial aplicado a cada electrodo (22, 24) de desviación es sinusoidal con la misma frecuencia (F), y cada electrodo tiene preferiblemente la misma dimensión (h) en el plano
- 30 (28) de electrodos.
6. Método según la reivindicación 5, en el que la longitud (L) del conjunto de electrodos es superior a la razón entre la velocidad de expulsión (v) y la frecuencia (F) del potencial aplicado, preferiblemente  $L \geq 5 v/F$ .
- 35 7. Método para la desviación selectiva de segmentos de un chorro (2) continuo que incluye un método para desviar el chorro según la reivindicación 1 y aplicar una alteración al chorro (2) para dividir el chorro (2) y generar segmentos (14) en un punto de división de chorro en el lado aguas arriba del campo eléctrico variable (E) de manera que los segmentos (14) de chorro se desvían de manera diferente dependiendo de su longitud (l).
- 40 8. Método según la reivindicación 7, que incluye el apantallamiento (16) de la trayectoria hidráulica (A) en el punto de división, de manera que el campo eléctrico (E) no actúa en este punto.
9. Método según la reivindicación 7, en el que la longitud de los segmentos (14) generados es superior a la longitud (L) del conjunto (20) de electrodos en la dirección de la trayectoria hidráulica (A) o inferior a la dimensión (H) que
- 45 separa dos electrodos (22, 24) a lo largo de la dirección de la trayectoria hidráulica (A).
10. Método según la reivindicación 7, en el que la perturbación del chorro (2) se realiza por medio de la activación de medios piezoeléctricos situados a nivel de la cámara de líquido.
- 50 11. Método para generar una cortina de chorros de gotas que comprende la proyección simultánea independiente por una gran cantidad de boquillas (4) de chorro (2), la producción de segmentos (14) mediante la alteración del chorro (2) y la desviación selectiva de los segmentos usando un método según una de las reivindicaciones 7 a 10, generando los segmentos (14b) no desviados gotas (12) a lo largo de la trayectoria hidráulica (A).
- 55 12. Método de generación según la reivindicación 11, en el que los electrodos (20) que generan el campo eléctrico y/o el apantallamiento son comunes a todos los chorros.
13. Método de impresión con chorro de tinta que incluye la generación de gotas a lo largo de una trayectoria hidráulica desviada con respecto al chorro del que se derivan mediante el método según cualquiera de las
- 60 reivindicaciones 7 a 12 y la recogida de segmentos de chorro desviados por el campo eléctrico.
14. Dispositivo para la desviación selectiva de gotas de líquido conductor, que comprende:
- un depósito de líquido presurizado que comprende al menos una boquilla (4) de expulsión de líquido con el fin de
- 65 formar un chorro (2) continuo de líquido conductor a lo largo de una trayectoria hidráulica (A) dada por el eje de la boquilla (4),

- medios para alterar el chorro (2) y dividirlo en un punto de división de chorro;

caracterizado por:

- 5
- un conjunto (20) que comprende una secuencia de varios electrodos (22, 24) de desviación que se extiende a lo largo de un plano (28) de electrodos, y colocado en el lado aguas abajo del punto de división, estando colocados los electrodos en secuencia uno tras otro y aislados entre sí en la dirección de la trayectoria hidráulica (A), y
- 10
- medios para aplicar un potencial variable a cada electrodo (22, 24), estando adaptados los medios de modo que el potencial aplicado a la red (20) de electrodos es de un promedio temporal y espacial igual a cero, de manera que el chorro (2) se desvía de su trayectoria hidráulica (A) por el campo creado aplicando el potencial a los electrodos (20), siendo variable dicho campo a lo largo de la trayectoria hidráulica (A).
- 15
15. Dispositivo según la reivindicación 14, en el que la distancia entre la trayectoria hidráulica (A) y la red (20) de electrodos es menor que o igual a dos veces la distancia (H) entre dos electrodos adyacentes en la red (20).
- 20
16. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 ó 15, que también comprende una película (40) aislante en la red (20) de electrodos.
- 25
17. Dispositivo según la reivindicación 14, en el que la red (20) comprende un número par de electrodos y los medios están adaptados para aplicar un potencial con un cambio de fase de 180° entre dos electrodos consecutivos.
18. Dispositivo según la reivindicación 14, que comprende medios de apantallamiento que se extienden a lo largo de la trayectoria del chorro partiendo del punto de división.
19. Dispositivo según la reivindicación 14, que incluye una pluralidad de boquillas que permiten que se produzca una cortina de chorros, siendo único el conjunto (20) de electrodos para la cortina de chorros.
- 30
20. Dispositivo según la reivindicación 14, en el que los medios para alterar el chorro incluyen un actuador piezoeléctrico a nivel de cada cámara.
21. Cabezal de impresión que incluye un dispositivo según la reivindicación 14 y medios para recoger la tinta del chorro desviado.

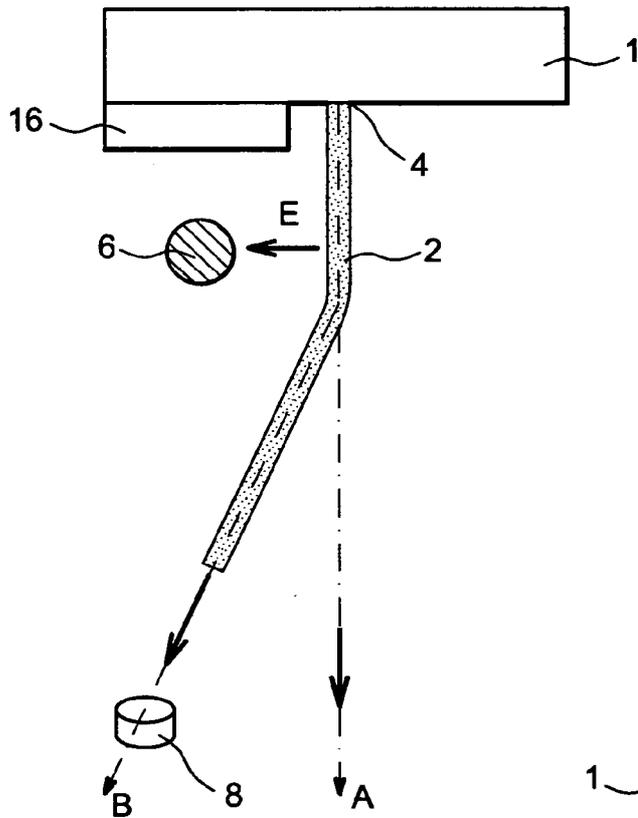


FIG. 1A

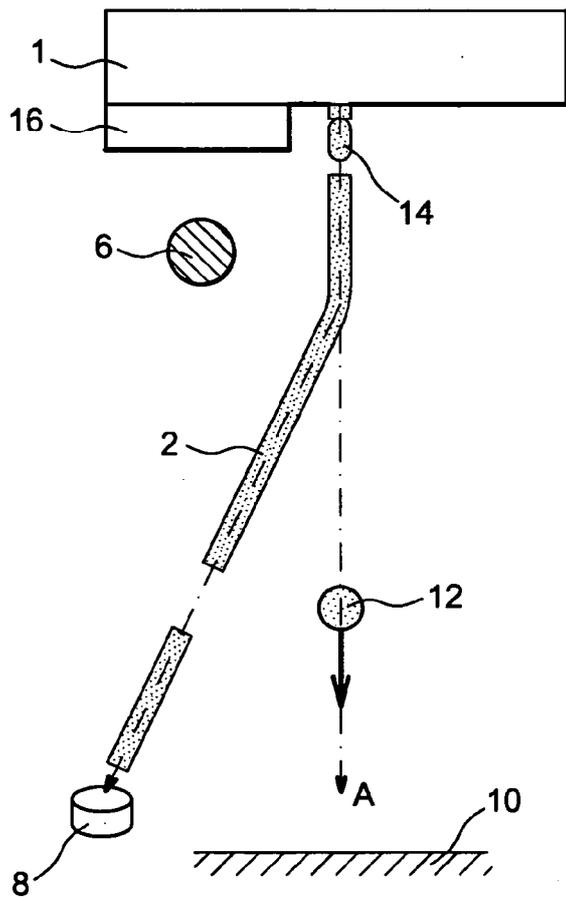


FIG. 1B

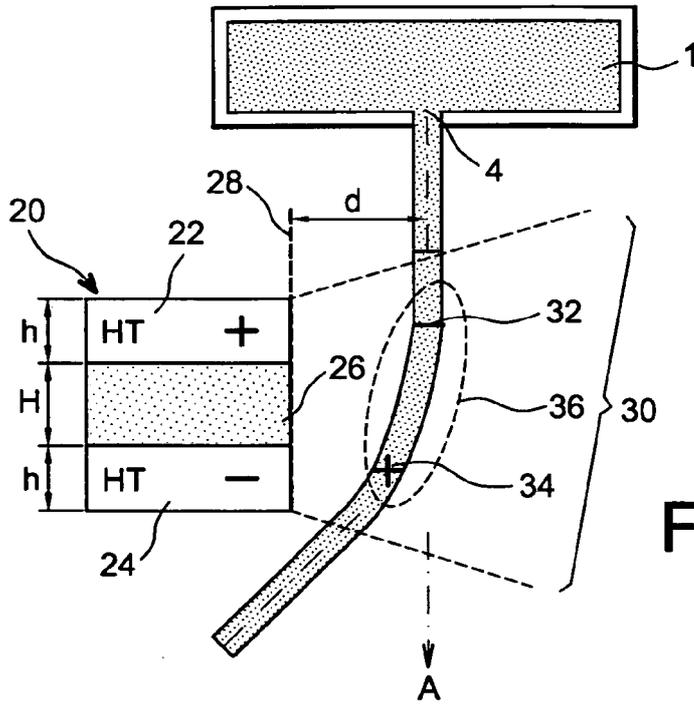


FIG. 2A

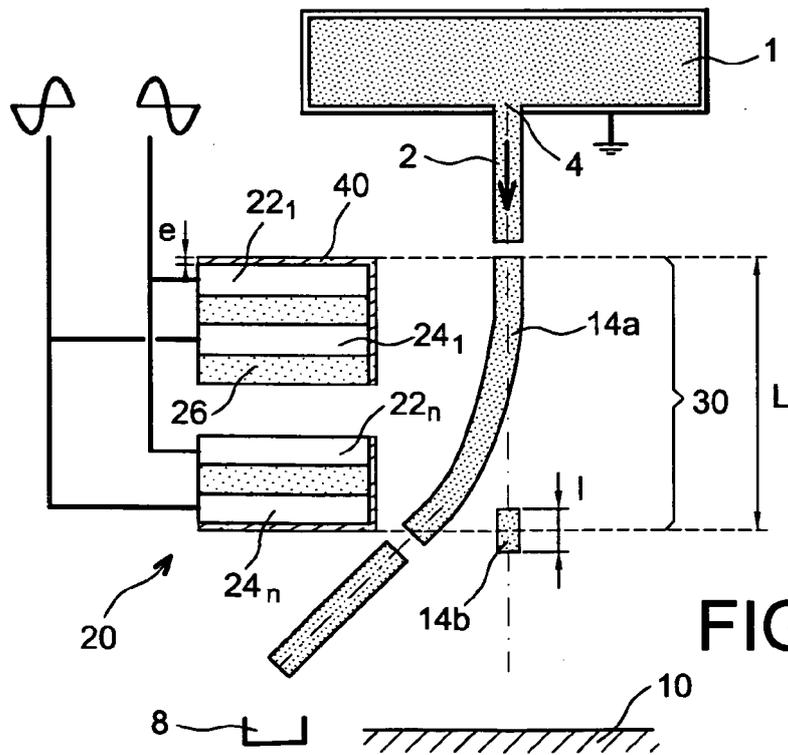


FIG. 2B

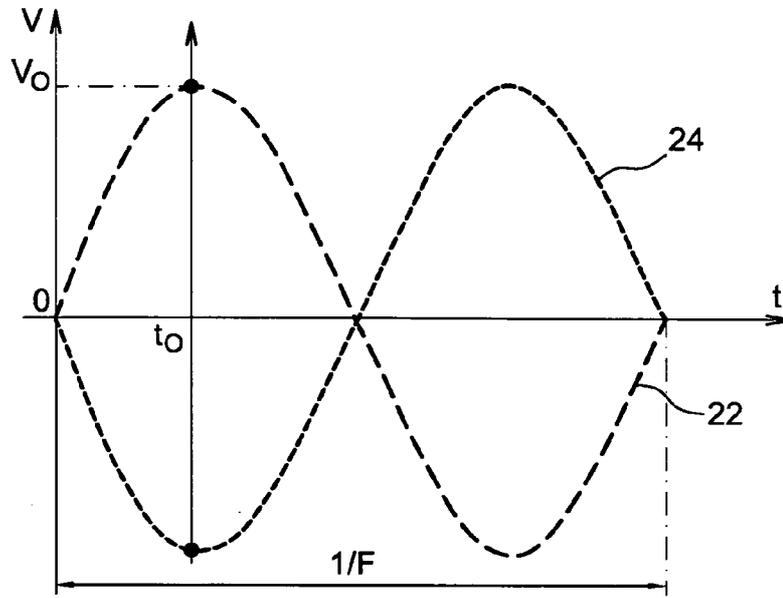


FIG. 3

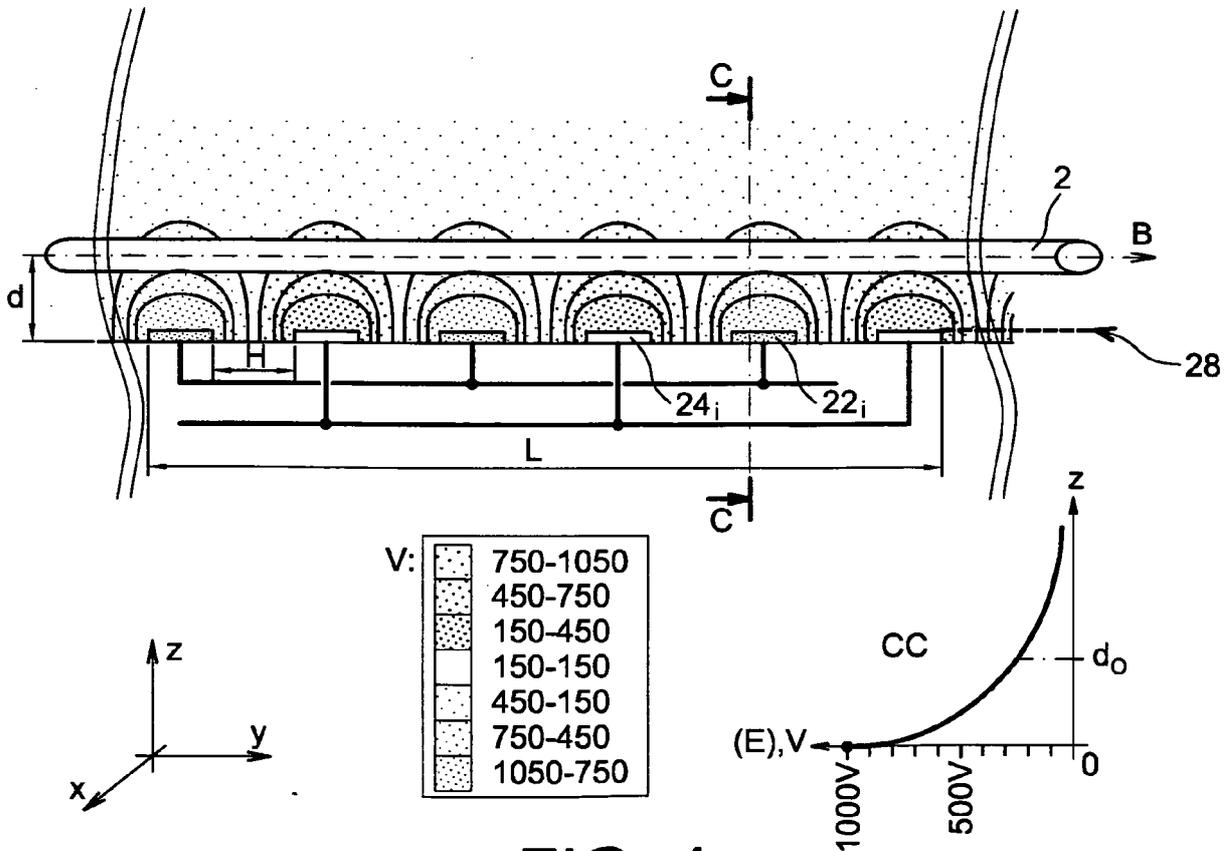


FIG. 4