

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 194**

51 Int. Cl.:

B41J 2/14 (2006.01)

B41J 2/155 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.12.1999** **E 09151673 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013** **EP 2050569**

54 Título: **Aparato para depositar gotitas**

30 Prioridad:

24.12.1998 GB 9828476

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

29.04.2013

73 Titular/es:

XAAR TECHNOLOGY LIMITED (100.0%)
Science Park, Milton Road, Cambridge
Cambridgeshire CB4 0XR , GB

72 Inventor/es:

DIXON, MICHAEL JOHN;
TEMPLE, STEVE y
MANNING, HOWARD JOHN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 402 194 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

Aparato para depositar gotitas.

La presente invención está relacionada con un aparato para depositar gotitas de fluido y que comprende una agrupación de cámaras de fluido, comunicándose cada cámara con un orificio para la eyección de gotitas, con un colector común de entrada de fluido.

A través del documento WO91/17051 se conoce un cabezal de impresión de chorro de tinta. La figura 1 de la presente solicitud es adquirida de este documento y muestra una vista en sección tomada a lo largo del eje longitudinal de un canal 11 del cabezal de impresión formado en una base 12 de material piezoeléctrico. La eyección de tinta desde el canal se efectúa a través de una tobera 22 formada en una tapa 60, mientras que la tinta se suministra al canal por medio de colectores 32, 33 dispuestos en uno de los dos extremos del canal. Como es sabido, por ejemplo en el documento EP-A-0 277 703 y en el EP-A-0 278 590, se forman paredes piezoeléctricas de accionamiento entre sucesivos canales que son accionadas por medio de campos eléctricos aplicados entre electrodos en lados opuestos de cada pared, de manera que se desvíen transversalmente en modo de cizalladura. Las ondas de presión resultantes generadas en la tinta originan la eyección de una gotita desde la tobera.

La publicación US 5818485 muestra un sistema de impresión de inyección de tinta provisto con un sistema de tinta de recirculación que continuamente mueve tinta a través del cabezal de impresión previniendo espesamiento o secado de la tinta en la tobera durante periodos de no impresión. Se muestran algunas realizaciones de cabezal de impresión en las cuales se establece un paso de tinta continuo a través del cabezal de impresión formando canales de tinta en varias partes internas del cabezal de impresión. En una realización la tinta fluye a través de los canales formados en un sustrato superior a través del área no eyectante de la tobera y sale a través de canales en los que se localizan las resistencias calentadoras de tinta. En otras realizaciones la tinta entra en los canales formados en un estrato superior y sale a través de canales formados en un estrato inferior. La tinta se eyecta generalmente a través de toberas formadas en una placa de toberas, pero en algunos casos se eyecta directamente desde ranuras que forman un menisco en las áreas de eyección de tinta requeridas. El flujo de tinta requiere que una presión negativa gradiente sea establecida en la dirección del flujo de tinta de manera que la tinta no se derrama en las toberas o las ranuras abiertas mientras se mueve al pasar por los mismos. Las presiones requeridas son provistas por un cabezal de presión que comprende el depósito de suministro de tinta que es movido en relación al cabezal de impresión en conjunto con una operación de bomba para establecer el gradiente de presión requerida.

El documento JP-A-06 143 601 muestra un contador de inyección de tinta que comprende depósitos que comunican a través de al menos una entrada de suministro de tinta a una pluralidad de cámaras de presión que tienen salidas de eyección de tinta. La presión en la cámara de presurización se mejora de manera que la tinta es eyectada desde la salida de eyección de tinta. El depósito tiene en un lado una primera entrada de tinta conectada a un depósito de tinta que almacena tinta y en el otro lado una segunda entrada de tinta. El área seccional transversal del depósito desde cualquier parte desde la primera entrada de tinta a la segunda entrada de tinta es mayor que uno de los pasajes desde el depósito de tinta a las entradas de tinta y el área seccional transversal del depósito disminuye con la distancia desde la primera entrada y proximidad a la segunda entrada.

Por lo tanto, de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un aparato de deposición de gotitas que comprende:

una agrupación de cámaras de fluido, comunicándose cada cámara con un orificio para la eyección de gotitas, un colector común de entrada de tinta y un colector común de salida de tinta; y medios para generar un primer flujo de fluido hacia el interior de dicho colector de entrada, a través de cada una de las cámaras de la agrupación y hacia el interior de dicho colector de salida, en el que cada cámara está asociada con medios para efectuar la eyección de gotitas desde dicho orificio resultando en un segundo flujo de fluido desde dicho colector de entrada en dicha cámara y fuera de dicho orificio en forma de gotitas, dicho segundo flujo ocurriendo simultáneamente con dicho primer flujo de fluido, y dicho primer flujo de fluido siendo mayor que el valor máximo de dicho segundo flujo de fluido.

Preferiblemente, dicho primer flujo de fluido es al menos diez veces mayor que el valor máximo de dicho segundo flujo de fluido.

Se describirá la presente invención a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es una vista en sección de un cabezal de impresión conocido, tomada a lo largo del eje longitudinal de un canal del cabezal de impresión.

La figura 2 es una vista en perspectiva de un cabezal de impresión de "ancho de página" que incorpora el primer aspecto de la invención.

La figura 3 es una vista en perspectiva desde la parte posterior y superior del cabezal de impresión de la figura 2.

La figura 4 es una vista en sección del cabezal de impresión de las figuras 2 y 3, tomada perpendicularmente a la

dirección de extensión XX de las filas XX de toberas.

La figura 5 es una vista en sección tomada a lo largo de un canal de fluido de un módulo de eyección de tinta del cabezal de impresión de la figura 1.

5 La figura 6 es una vista en sección de un segundo modo de realización de un cabezal de impresión, tomada perpendicularmente a la dirección de extensión de las filas de toberas.

La figura 7 es una ilustración esquemática de un cabezal de impresión de acuerdo con un aspecto de la presente invención; y

10 Las figuras 8, 9a, 9b, 10a, 10b y 11 son ilustraciones esquemáticas de sistemas de suministro de fluido de acuerdo con aspectos adicionales de la invención y particularmente apropiados para uso con cabezales de impresión de la clase descrita con referencia a las figuras 1 a 7.

15 La figura 2 ilustra un ejemplo de un cabezal de impresión 10. El ejemplo ilustrado es un dispositivo de "ancho de página", que tiene dos filas de toberas, 20, 30, que se extienden (en la dirección indicada por la flecha 100) sobre la anchura de un trozo de papel y que permiten depositar la tinta en toda la anchura de una página en un solo paso. La eyección de tinta desde una tobera se consigue mediante la aplicación de una señal eléctrica a los medios de actuación asociados con una cámara de fluido que se comunica con esa tobera, como es conocido, por ejemplo, por los documentos EP-A-0 277 703, EP-A-0 278 590 y, más en particular, por los números de solicitud del Reino Unido 9710530 y 9721555. Para simplificar la fabricación y aumentar el rendimiento, la(s) fila(s) de toberas de "ancho de página" pueden estar compuestas por varios módulos, uno de los cuales se ilustra como 40, teniendo asociado cada módulo cámaras de fluido y medios de accionamiento y estando conectados a circuitos de activación asociados (circuito integrado ("chip") 50) por medio, por ejemplo, de un circuito flexible 50. El suministro de tinta hacia y desde el cabezal de impresión se hace a través de unas respectivas perforaciones (no ilustradas) en las tapas finales 90.

20 La figura 3 es una vista en perspectiva del cabezal de impresión de la figura 2 desde la parte posterior, y con las tapas finales 90 retiradas para descubrir la estructura 200 de soporte del cabezal de impresión que incorpora los conductos 210, 220, 230 de flujo de tinta que se extienden a lo ancho del cabezal de impresión. A través de una perforación en una de las tapas finales 90 (omitida de las vistas de las figuras 2 y 3), la tinta entra en el cabezal de impresión y en el conducto 220 de suministro de tinta, como se ilustra con el número 215 en la figura 3. A medida que fluye por el conducto, es extraída hacia las respectivas cámaras de tinta, como se ilustra en la figura 4, que es una vista en sección del cabezal de impresión, tomada perpendicularmente a la dirección de extensión de la fila de toberas. Desde el conducto 220, la tinta fluye hacia la primera y segunda filas paralelas de cámaras de tinta (indicadas como 300 y 310 respectivamente) a través de la abertura 320 formada en la estructura 200 (que se ilustra sombreada). Una vez que ha fluido a través de la primera y segunda filas de cámaras de tinta, la tinta sale a través de las aberturas 330 y 340 para unirse al flujo de tinta a lo largo de los respectivos primero y segundo conductos 210, 230 de salida de tinta, como se indica con 235. Estos se unen en una salida común de tinta (no ilustrada) formada en la tapa final y que puede estar situada en el extremo opuesto o en el mismo extremo del cabezal de impresión en el que está formada la perforación de entrada.

25 Cada fila de cámaras 300 y 310 tiene asociada a ella unos respectivos circuitos 360, 370 de activación. Los circuitos de activación están montados en contacto sustancialmente térmico con esa parte de la estructura 200 que actúa como un conducto y que define los conductos de flujo de tinta para permitir que una cantidad sustancial del calor generado por los circuitos durante su funcionamiento se transfiera a la tinta a través de la estructura de conductos. Con esta finalidad, la estructura 200 está hecha de un material que tiene buenas propiedades de conducción térmica. De tales materiales, se prefiere particularmente el aluminio sobre la base de que puede ser formado fácil y económicamente por extrusión. Los circuitos 360, 370 son colocados después en la superficie exterior de la estructura 200, de manera que descansan en contacto térmico con la estructura, siendo empleados opcionalmente unos compensadores térmicamente conductores o bien adhesivos, para reducir la resistencia a la transferencia de calor entre el circuito y la estructura.

30 Para asegurar una limpieza eficaz de las cámaras por la tinta circulante y, en particular, para asegurar que cualquier cuerpo extraño en la tinta, por ejemplo, partículas de suciedad, sea más probable que traspasen una tobera en lugar de quedarse en ella, el caudal de tinta a través de una cámara debe ser alto, por ejemplo diez veces la velocidad máxima de eyección de tinta desde el canal. Esto requiere una velocidad correspondientemente alta del flujo en los colectores que alimentan la tinta hacia y desde la cámara. De acuerdo con la presente invención, los colectores de entrada y/o salida tienen una superficie de su sección transversal suficiente para asegurar que, incluso a tal velocidad alta del flujo de tinta, cualquier pérdida de presión en toda la longitud de la agrupación de cámaras debida a los efectos viscosos no sea significativa.

35 Como se ha explicado anteriormente, las pérdidas significativas de presión en uno de los dos o en ambos colectores puede dar como resultado unas diferencias significativas en la presión estática en la tobera entre distintas cámaras de la agrupación. Esto a su vez puede dar como resultado diferencias en la posición de reposo del menisco de tinta entre cámaras, que a su vez dará lugar a variaciones en el volumen y en la velocidad entre canales. Como es bien sabido, estas variaciones darán como resultado defectos en la impresión los cuales, dependiendo entre otras cosas

de la imagen que se está imprimiendo, de si hay una variación significativa entre cámaras sucesivas de la agrupación o solamente entre cámaras en extremos opuestos de la agrupación, pueden ser apreciables. En la presente invención, las propiedades de los colectores se eligen de manera tal que eviten tales defectos.

Por ejemplo, un cabezal de impresión de la clase ilustrada en las figuras 2-4, produce típicamente 50pl gotas que, a una frecuencia típica máxima de eyección de alrededor de 6 kHz, corresponde a una velocidad máxima de flujo a través de la tobera de cada cámara de 300 picolitros por segundo. Multiplicado por las 4604 toberas necesarias para proporcionar una anchura de impresión del ancho de página (típicamente 32 cm, o 12,6 pulgadas) con una resolución estándar de 360 puntos por pulgada, da como resultado una velocidad de eyección máxima desde las toberas de un cabezal de impresión de alrededor de 83 ml por minuto.

En la figura 5 se ofrecen detalles adicionales de las cámaras y las toberas del cabezal de impresión particular del ejemplo, que es una vista en sección tomada a lo largo de una cámara de fluido de un módulo 40. Las cámaras de fluido toman la forma de canales 11, mecanizados o formados de alguna otra forma en un componente base 860 de material piezoeléctrico, de manera que definen paredes piezoeléctricas del canal que están sustancialmente recubiertas con electrodos, para formar así accionamientos de las paredes del canal, como se conoce por ejemplo a través del documento EP-A-0 277 703. Cada medio canal está cerrado en una longitud 600, 610 por las respectivas secciones 820, 830 de un componente 620 de cubierta que está formado también con puertos 630, 640, 650 que se comunican con colectores 210, 220, 230 respectivamente. Una interrupción en los electrodos en 810 permite hacer funcionar independientemente las paredes del canal en cualquier mitad del canal, por medio de señales eléctricas aplicadas a través de unas entradas eléctricas (circuitos flexibles 60). La eyección de tinta desde cada medio canal se hace a través de las aberturas 840, 850 que comunican el canal con la superficie opuesta del componente base piezoeléctrico en la que está formado el canal. Las toberas 870, 880 para la eyección de tinta se forman posteriormente en una placa 890 de toberas unida al componente piezoeléctrico.

Las consideraciones sobre fiabilidad demandan que la velocidad a la cual se hace circular la tinta a través del cabezal de impresión necesita ser sustancialmente mayor, (hasta diez veces mayor), que la velocidad de eyección: como se ha mencionado anteriormente, esta medida ayuda a confinar cualquier cuerpo extraño de la tinta en el flujo principal de tinta, reduciendo la probabilidad de bloqueo en la tobera. Como resultado, la velocidad total del flujo a través del cabezal de impresión del ejemplo es del orden de 830 ml por minuto. La eyección de tinta desde las toberas (que variará con la imagen a imprimir) reducirá naturalmente de una manera variable la cantidad de tinta que fluye hacia fuera del cabezal de impresión, en comparación con la cantidad de tinta que fluye hacia dentro: sin embargo, como ya se ha visto, esta diferencia es pequeña en comparación con la velocidad global de circulación de tinta, de manera que es cierto afirmar que la velocidad de flujo del fluido a través de cada cámara es sustancialmente constante.

También será evidente que el caudal de fluido a lo largo del colector de entrada disminuirá con la distancia a lo largo de la agrupación (y alejándose desde la perforación de entrada en una de las tapas finales 90), a medida que disminuye el número de canales restantes a los que ha de suministrarse el fluido. De forma similar, el caudal del fluido en los colectores de salida aumentará a medida que el número de canales que expulsan tinta hacia el interior de esos colectores aumenta con la distancia a lo largo de la agrupación.

Para acomodar velocidades de flujo máximas en ambos colectores de entrada y de salida, sin originar variaciones significativas en la calidad de la imagen impresa por distintos canales de la agrupación, los colectores de entrada y de salida del ejemplo ofrecido tienen superficies de su sección transversal de $1,6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ y $1,2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ respectivamente. Esto da como resultado típicamente una caída total de presión en toda la longitud del colector de entrada del orden de 136 Pa (la rugosidad de la superficie de los colectores tiene poco efecto, siendo el flujo laminar). La correspondiente caída de presión en toda la longitud de cada uno de los colectores de salida es típicamente del orden de 161 Pa.

Como se ha indicado anteriormente, la velocidad máxima del flujo, (y por tanto la caída máxima de presión), tiene lugar en las conexiones de entrada y salida de los colectores de entrada y salida, respectivamente. En el ejemplo dado, las caídas de presión en estos lugares tampoco excedían del nivel al cual se hacían significativas las diferencias de la calidad de la imagen entre canales sucesivos.

Una característica ventajosa adicional de la configuración de las figuras 2-4 es la sección transversal sustancialmente rectangular de los colectores que permite conseguir la suficiente superficie de flujo señalada anteriormente, pero no a costa de hacer más ancho el cabezal de impresión en la dirección del recorrido del sustrato (perpendicular a la dirección de eyección de gotitas y a la dirección de la agrupación de canales).

La figura 6 muestra una vista en sección de un segundo modo de realización del aparato de deposición de gotitas tomada perpendicularmente a la dirección de extensión de las filas de toberas. De forma similar al primer modo de realización ilustrado en la figura 4, la estructura 900 de soporte del cabezal de impresión incorpora unos conductos 910, 920 de flujo de tinta que se extienden a lo ancho del cabezal de impresión. La tinta entra en el cabezal de impresión y en el conducto 920 de suministro de tinta, como se ilustra con el número 915 en la figura 6. A medida que fluye a lo largo del conducto, es extraída en las respectivas cámaras de tinta 925 a través de la abertura 930 formada en la estructura 900. Una vez que ha fluido a través de las cámaras de tinta, la tinta sale a través de las

aberturas 940 y 950 para unirse al flujo de tinta a lo largo del conducto 910 de salida de tinta como se indica con el número 935.

Un substrato plano 960 de alúmina está montado sobre la estructura 900 a través de una capa 970 de alúmina interpuesta. La capa interpuesta 970 está unida a la estructura 900, preferiblemente, utilizando adhesivo térmicamente conductor, de aproximadamente 100 micras de espesor, estando a su vez el substrato 960 unido a la capa interpuesta 970 mediante la utilización de adhesivo térmicamente conductor.

Los chips 980 del circuito de activación están montados sobre una placa 985 de circuito flexible de baja densidad. Para facilitar la fabricación del cabezal de impresión, y reducir costes, las partes de la placa de circuito que contiene los chips 980 están montadas directamente sobre la superficie del substrato 960 de alúmina. Con el fin de evitar el sobrecalentamiento del circuito de activación, se montan otros componentes generadores de calor del circuito de activación, tal como las resistencias 990, en contacto térmico sustancial con esa parte de la estructura 900 que actúa como un conducto, de manera que permita que se transfiera a la tinta una cantidad sustancial del calor generado por estos componentes 990 durante su funcionamiento, a través de la estructura de conductos.

Además del substrato de alúmina y la capa de interposición, se monta una placa 995 de alúmina en el lado inferior de la estructura 900 con el fin de limitar la expansión de la estructura 900 de aluminio en esa posición, impidiendo así sustancialmente que se arquee la estructura debido a la expansión térmica.

La figura 7 ilustra esquemáticamente un primer aspecto adicional de la invención que se aplica, como está ilustrado, a cabezales de impresión en los cuales está dispuesta la agrupación lineal de cámaras de fluido en gotitas formando un ángulo distinto de cero con la dirección horizontal (es decir, con un ángulo no perpendicular a la dirección de la gravedad, indicada con la flecha X en la figura). Por razones de claridad, solamente se representa una agrupación lineal de cámaras por medio de las flechas 1000. Sin embargo, el análisis que sigue está basado en una disposición de un solo colector 1010 de entrada y dos colectores 1020 de salida de la clase ilustrada en las figuras 2-5. Los colectores 1001, 1020, son alimentados y drenados de tinta en las conexiones 1030 y 1040, respectivamente.

En el modo de realización ilustrado, se colocan unas inserciones de forma apuntada en los colectores de entrada y salida como se indica con 1050 y 1060, de forma tal que la tinta que entra en el colector de entrada en la parte superior de la agrupación encuentra que la inserción apuntada bloquea solamente parte de la sección transversal del colector. A medida que la tinta pasa por el colector, parte de ella fluye hacia fuera a través de los canales 1000 del colector 1020 de salida de forma tal que, cuando se alcanza la parte inferior de la agrupación, no fluye tinta en el colector interno y la inserción apuntada no deja sección transversal para el flujo. La tinta que alcanza el colector de salida fluye también hacia abajo, a través de secciones transversales que aumentan hacia la parte inferior en virtud de inserciones apuntadas adicionales. Por la parte inferior de la agrupación, toda la tinta (excepto la que ha sido expulsada para la impresión), fluye en el amplio espacio que dejan las inserciones.

En cada colector, la caída de presión viscosa por la longitud a lo largo de la agrupación está equilibrada por el aumento gravitatorio de la presión, disponiendo que la sección transversal disponible para el flujo en cada punto sea apropiada para el flujo en ella. Llamando L a la longitud de la agrupación de cámaras y r a la resolución de toberas por cada fila de toberas, el número total de toberas en un cabezal de impresión de dos filas de la clase ilustrada en las figuras 2-5 es $2rL$ y la tasa total de eyección de tinta del cabezal de impresión es $2rLVf$, donde V y f son el volumen y la frecuencia máxima de eyección de gotitas, respectivamente. El caudal total a través del cabezal de impresión, por otra parte, necesita ser de un factor n, típicamente 10, veces mayor que la tasa de eyección debida a consideraciones de limpieza como se ha mencionado anteriormente.

Las inserciones apuntadas de acuerdo con el modo de realización de la figura 7, originan una disminución del caudal en el colector de entrada de acuerdo con la fórmula $2rVfnx$ (donde x es la distancia desde la parte inferior de la agrupación) y un aumento en cada colector de salida de acuerdo con la fórmula $rVfn(L-x)$. En combinación con colectores de sección transversal generalmente rectangular, ofrecerán también típicamente una sección transversal disponible para el flujo de tinta en cada punto a lo largo de la agrupación que es rectangular, teniendo la dimensión mayor d (perpendicular al plano de la figura 7) y una dimensión menor (W-T(x)) para el colector de entrada y (w-t(x)) para el colector de salida. Consecuentemente, la velocidad v del flujo en cada colector varía a lo largo de la agrupación como $2rVfnx/(W-T(x))$ para el colector de entrada y como $rVfn(L-x)/(w-t(x))$ para cada uno de los colectores de salida.

La caída de presión asociada con el flujo a lo largo de un canal no circular apuntado está determinada por la velocidad v del flujo y la densidad ρ de tinta, de acuerdo con la ecuación general $K\rho v^2/2$. K es el coeficiente de resistencia $f(dx)/D$ para una longitud de tubería corta dx, que tiene un factor de rozamiento laminar $f = 64/(\text{Número de Reynolds})$ y un diámetro hidráulico D que, en el caso de una sección transversal rectangular, es aproximadamente igual al doble de la dimensión menor, es decir, $2(W-T(x))$ para el colector de entrada y $2(w-t(x))$ para el colector de salida.

De acuerdo con este aspecto de la invención, la caída de presión viscosa en un elemento corto de longitud dx equilibra precisamente el aumento de altura estática debida a la gravedad en esa longitud y es igual a $\rho g(dx)$, siendo g la aceleración debida a la gravedad. Aplicando este equilibrio a las expresiones para la pérdida viscosa dada

anteriormente, se llega a las expresiones para la variación de la dimensión del colector necesaria para conseguir tal equilibrio, es decir:

$$(W-T)^3 = 16nrfVx\mu/pgd$$

para el colector de entrada y

$$(w-t)^3 = 8nrfV(L-x)\mu/pgd$$

para cada uno de los colectores de salida. Esto a su vez requiere que la inserción en el colector de entrada no esté apuntado, de tal manea que deje una anchura de paso para la tinta que varía como $x^{1/3}$, mientras que la inserción en el colector de salida no está apuntado de una manera similar sino en el extremo opuesto de la agrupación. En la práctica puede ser difícil conseguir exactamente esta variación, particularmente si la inserción ha de ser mecanizada, en cuyo caso la variación aproximada obtenida, por ejemplo, por una serie de cuñas puede ser aceptable.

Las cifras típicas para un cabezal de impresión de la clase ilustrada en las figuras 2-4 y descritas anteriormente son $(W-T) = 1,46$ mm en el extremo de entrada (conexión 1030 a la alimentación de tinta) del colector 1010 de entrada y, de forma similar, $(w-t) = 1,16$ mm en el extremo de salida (conexión 1040 al drenaje de tinta) de cada uno de los colectores 1020 de salida. Estas cifras suponen una profundidad d del colector de 40 mm, una densidad ρ de tinta de 900 kg/m^3 y una viscosidad μ de tinta de $0,01 \text{ Pa.s}$. También consideran sustancialmente constante el flujo a través de los canales, despreciando cualquier diferencia en el flujo entre los dos colectores debida a la eyección de tinta.

La invención anterior permite, con la adaptación apropiada de los colectores, obtener características de eyección uniformes en toda la agrupación de un cabezal de impresión dispuesto formando un ángulo con la horizontal. No está restringido a diseños de "ancho de página", aunque el potencial para una variación grande de la presión estática en la agrupación que resultaría cuando no se emplee la presente invención o medidas alternativas, es particularmente grande en tales cabezales de impresión.

Debe observarse que aunque la variación de la resistencia al flujo ha sido conseguida en el ejemplo por medio de una variación de la superficie del flujo, éste no es el único mecanismo disponible. Pueden variarse otros parámetros de los mencionados anteriormente, en particular el coeficiente K de resistencia, por ejemplo, por medio de pantallas deflectoras en el colector, o de un recubrimiento de rugosidad variable en el colector. Además, el concepto puede ser empleado más de una vez en una sola agrupación, (los canales pueden estar separados en dos grupos, como se conoce, por ejemplo, por medio del documento WO97/04963, cada uno de los cuales tiene su propio sistema de circulación de tinta). La invención tampoco está restringida a sistemas que emplean la circulación de la tinta, también resultaría un flujo constante de tinta a partir de la situación en la que sustancialmente todas las cámaras de tinta estuvieran expulsando tinta sustancialmente todo el tiempo.

Haciendo referencia a la figura 8, se representa de una manera esquemática un sistema 2000 de alimentación de tinta adecuado para su utilización con un cabezal de impresión 2010 de flujo a su través, de la clase descrita anteriormente y que incorpora varios aspectos de la presente invención. Aunque el cabezal de impresión 2010 se muestra con la agrupación de canales descansando horizontalmente y con las toberas dirigidas hacia abajo para la eyección, como se indica con 2020, debe observarse que el sistema es aplicable igualmente a disposiciones no horizontales como se ha descrito anteriormente.

La tinta entra en el colector central 2030 de entrada del cabezal de impresión desde un depósito superior 2040 abierto a la atmósfera a través de un filtro de aire 2041 y auto-alimentado con tinta desde un depósito inferior 2050 por medio de una bomba 2060. En una construcción ejemplar, la bomba 2060 está controlada por un sensor 2070 en el depósito superior, de tal manera que mantiene en ella el nivel 2080 de fluido a una altura constante H_u por encima del plano P de las toberas. Un mecanismo de restricción 2090 impide un caudal excesivo, de manera que el ciclo de la bomba no perturba las presiones establecidas por la superficie libre 2080. Un filtro 2095 atrapa cualquier cuerpo extraño que podría haber entrado en la alimentación de tinta, típicamente a través del depósito de almacenamiento. Un cabezal de impresión de la clase descrita anteriormente y que expulsa gotitas de alrededor de 50 pl en volumen, requiere generalmente un filtro que atrape partículas de tamaño de $8 \mu\text{m}$ y superior con el fin de que éstas no bloqueen las toberas del cabezal de impresión que, típicamente, tiene un diámetro (de salida) mínimo de alrededor de $25 \mu\text{m}$. Las gotas más pequeñas, por ejemplo para ser utilizadas en la impresión denominada de "multi-impulsos", requerirán toberas correspondientemente menores (típicamente de $20 \mu\text{m}$ de diámetro) y una filtración mayor.

En el depósito inferior 2050, el nivel 3000 de fluido se mantiene a una altura constante H_L por debajo del plano P de la tobera, por medio de un sensor 3010 que controla una bomba 3030 conectada a un depósito de almacenamiento de tinta (no ilustrado). El filtro 3020 y el mecanismo 3040 de restricción sirven al mismo propósito que el depósito superior. El depósito inferior 2050 está conectado a los colectores 2035 de salida del cabezal de impresión.

Como se ha explicado anteriormente, la presión positiva aplicada por el depósito superior al colector de entrada del cabezal de impresión, junto con la presión negativa aplicada por el depósito inferior al colector de salida del cabezal de impresión, generan un flujo a través de las cámaras de fluido de la agrupación que es suficiente para impedir la

acumulación de suciedad sin presiones inapropiadas en las toberas. En el ejemplo ilustrado, utilizando un cabezal de impresión que tenga las dimensiones descritas anteriormente, se ha averiguado que unos valores de alrededor de 280 mm para Hu y 320 mm para HL dan una presión en las toberas de alrededor de -200 Pa. Una presión ligeramente negativa de este tipo asegura que el menisco de tinta no se rompe, aún cuando está sometido a impulsos de una suave presión positiva que se generan típicamente durante el funcionamiento de tales alturas (por ejemplo, por el movimiento de los tubos de alimentación de tinta, por la vibración del mecanismo de alimentación de papel y por las bombas de alimentación de tinta, etc.). Los medios para controlar las diversas bombas de alimentación para que mantengan los niveles de la superficie libre en los depósitos sustancialmente constante, contribuyen a tal funcionamiento.

En una construcción ejemplar adicional, las válvulas 3050, 3060 están dispuestas en las líneas de alimentación de tinta hacia y desde el cabezal de impresión. Eléctricamente conectadas al controlador del cabezal de impresión junto con las bombas 2060, 3030, y los sensores 2070, 3010, permanecen abiertas durante el funcionamiento del cabezal de impresión pero se cierran cuando el cabezal de impresión se desconecta para impedir que el drenaje de tinta vuelva desde el depósito superior al depósito inferior. Como resultado, la impresión puede ser reanudada rápidamente cuando se conecta de nuevo el cabezal de impresión. Puede instalarse también una válvula de retención 3070 en la línea de alimentación a la bomba 2060 cuando ésta no es del tipo de desplazamiento positivo.

La figura 9a ilustra una disposición alternativa de alimentación de tinta a la de la figura 8. Los circuitos de control están simplificados permitiendo que la bomba 2060 funcione continuamente, fluyendo hacia atrás la tinta hacia depósito inferior cuando el nivel de fluido en el depósito excede del nivel de una salida 4000. Un depósito 4010 de almacenamiento hermético de tinta está montado por encima del depósito inferior 2050 y conectado a él por medio de un tubo 4020 de alimentación. Un tubo adicional 4030 tiene un extremo en comunicación con el espacio hueco 4040 por encima de la tinta en el depósito de almacenamiento y el otro extremo situado a la altura del nivel A de tinta deseado en el depósito inferior de forma tal que, cuando el nivel real 3000 de tinta del depósito inferior desciende por debajo del nivel A deseado, el extremo del tubo 4030 queda descubierto, permitiendo que fluya el aire en el espacio hueco 4040 que a su vez permite que fluya más tinta fuera del depósito a través del tubo 4020 y al interior del depósito inferior 2050, restaurando así el nivel de tinta a su valor deseado. Al igual que la configuración de la figura 8, pueden emplearse válvulas normalmente cerradas y válvulas de retención para asegurar un rápido arranque tras periodos sin utilización.

En la figura 9b se ilustra una versión modificada y más sencilla del sistema de la figura 9a. Un solo tubo 4012 de diámetro grande se extiende entre el recipiente hermético 4010 y el depósito inferior 2050. Este tubo está dispuesto de manera que ninguna parte de él es horizontal, y tiene un extremo inferior 4014 (preferiblemente cortado en ángulo) en contacto con el fluido del depósito inferior 2050. El nivel de tinta del depósito inferior está fijado por este extremo. Inicialmente, la tinta fluye hacia el exterior del recipiente hermético 4010 hasta que se establece un vacío en el espacio 4040. El agotamiento de la tinta del recipiente inferior descubre el extremo 4014 del tubo, permitiendo que fluya el aire hasta el recipiente hermético, reduciendo el vacío en él. La tinta fluye entonces desde el recipiente hermético hasta que el vacío aumenta al nivel anterior que es suficiente para mantener la altura de la tinta.

En las disposiciones descritas con referencia a las figuras 8 y 9, el colector de entrada del cabezal de impresión es alimentado con tinta por el depósito superior 2040. Sin embargo, el llenado inicial con tinta del cabezal de impresión no se consigue fácilmente mediante el suministro de tinta desde el depósito superior. En primer lugar, el aire del cabezal de impresión ha de ser vaciado hacia abajo. En segundo lugar, el aire puede quedar atrapado en el cabezal de impresión, lo cual puede impedir el establecimiento de un efecto "sifón" en el depósito inferior.

Es importante para la generación de presiones de fluido positivas y negativas, que sea expulsado todo el aire del sistema de tinta y que cuando se rellene el sistema al estar vacío, se despliegue un gran volumen de aire desde el cabezal de impresión, sus colectores y los tubos de conexión. Se han desarrollado dos métodos para esto: ambos están ilustrados en la figura 10. Pueden ser utilizados juntos o como alternativos.

La figura 10 ilustra un ejemplo de una disposición adecuada para el rellenado del cabezal de impresión utilizando el depósito inferior. En este ejemplo, el cabezal de impresión 2010 está ilustrado con un solo colector de entrada 2030 y un solo colector de salida 2035, como en el ejemplo descrito con referencia a la figura 6. Estos colectores están conectados por medio de un puente 5010 que incluye una válvula en derivación 5012, cuyo propósito está descrito a continuación.

Durante la operación normal de impresión, la tinta entra en el colector 2030 de entrada del cabezal de impresión desde el depósito superior 2040, abierto a la atmósfera a través de un filtro de aire 2041. La válvula 5012 está cerrada durante la operación normal de impresión, de manera que la tinta fluye desde el colector de entrada hacia el interior de los canales de eyección de gotitas en el cabezal de impresión y después hacia el interior del colector de salida, desde el cual es transportado al depósito inferior. El depósito superior es alimentado con tinta desde el depósito inferior 2050 por medio de una bomba 2060. Como en el sistema descrito con referencia a la figura 9, a la bomba 2060 se le permite funcionar continuamente, con un flujo de tinta que vuelve al depósito inferior cuando el nivel de fluido en el depósito superior excede del nivel de salida 4000. Un filtro 2095 atrapa cualquier cuerpo extraño que pueda haber entrado en la alimentación de tinta, por ejemplo, desde un depósito de almacenamiento de tinta (no ilustrado) que suministra tinta al depósito inferior por medio de una bomba 3030, con el filtro 3020 sirviendo al mismo

propósito que el filtro 2041.

La tinta pasa desde el filtro 2095 a la válvula desviadora 5000. La válvula desviadora 5000 puede adoptar una de dos posiciones. Durante la operación normal de impresión, la válvula desviadora 5000 toma una primera posición 5002, como se ilustra en la figura 10a, de manera que la tinta es alimentada al depósito superior 2040, como se ha descrito anteriormente.

Durante el rellenado inicial del cabezal de impresión, la válvula 3050 (que está en el punto más bajo del sistema) está cerrada y la válvula desviadora 5000 adopta una segunda posición, como se ilustra en la figura 10b. Esto permite llenar el cabezal de impresión desde abajo hacia arriba con tinta bombeada desde el depósito inferior. Durante el llenado, puede abrirse la válvula en derivación 5012. Cuando está abierta, esta válvula conecta los colectores de entrada y de salida del cabezal de impresión en el extremo opuesto a los tubos de conexión, y permite así que pasen el fluido y el aire desde uno a otro sin tener que pasar a los canales del cabezal de impresión. Esto es un camino de mucho más baja impedancia, que permite velocidades de fluido más altas y por tanto permite el paso de aire cuando no pasa a través de los canales.

Como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 8, las válvulas 3050, 3060 están dispuestas en las líneas de alimentación de tinta hacia y desde el cabezal de impresión. Estas válvulas permanecen abiertas durante la operación de impresión, estando cerrada la válvula 3050 durante la operación de llenado para impedir que la tinta drene desde el cabezal de impresión al depósito inferior. Las válvulas 3050 y 3060 deben tener un ánima al menos igual al ánima de los tubos de conexión para impedir que las burbujas de aire se atasquen en la entrada de la válvula. También puede instalarse una válvula de retención en la línea de alimentación desde la válvula desviadora 5000 al cabezal de impresión, y también en la línea de alimentación a la bomba 2060, cuando esta no es del tipo de desplazamiento positivo.

La válvula en derivación 5012 puede ser utilizada alternativamente para el llenado efectivo del cabezal de impresión desde el depósito superior 2040. La secuencia de operaciones para el llenado del cabezal de impresión por este camino es como sigue:

Cuando la bomba 2060 está funcionando y el depósito superior está lleno, la válvula inferior 3050 está cerrada, la válvula en derivación 5012 y la válvula superior 3060 están abiertas. El fluido fluirá ahora dentro del cabezal de impresión, comprimiendo el aire dentro del tubo de conexión inferior. Cuando ha ocurrido esto, la válvula inferior 3050 se abre y el aire es purgado (expulsado) hacia abajo por el alto caudal de tinta. Cuando se ha eliminado todo el aire, la válvula en derivación se cierra y el cabezal de impresión está listo para funcionar.

Una ventaja del uso de la válvula en derivación en cualquiera de los métodos de llenado-inferior o de purga es que el cabezal de impresión no vierte tinta desde las toberas durante el proceso de llenado, ya que hay una presión positiva neta mínima en las toberas.

Otra ventaja es que pueden purgarse pequeñas cantidades de aire desde el sistema, mediante la apertura momentánea de la válvula en derivación 5012.

Otra ventaja es que el sistema puede ser vaciado para eliminar desechos tras la conexión del cabezal de impresión, mediante la apertura de la válvula en derivación 5012, sin que el fluido cargado de desechos viaje por los canales del cabezal de impresión y posiblemente los bloqueen.

Un refinamiento adicional es el uso de una válvula en derivación 5012 conjuntamente con los tubos de alimentación al cabezal de impresión, que son de la menor ánima interna práctica, consistente con una caída de presión aceptable en los tubos. El ánima pequeña da como resultado una alta velocidad, que es más eficaz para transportar burbujas de aire hacia abajo y al exterior del sistema que un ánima grande donde las burbujas pueden estancarse.

Se podrá apreciar a partir de lo anterior, que el sistema puede emplear una válvula desviadora 5000 o bien una válvula en derivación 5012, o ambas a la vez.

La temperatura de la tinta en el sistema de alimentación de tinta puede fluctuar por varias razones, por ejemplo, debido a la fluctuación de la temperatura ambiente y a las condiciones de funcionamiento del cabezal de impresión (impresión ligera o densa). La fluctuación de la temperatura de la tinta puede originar un cambio de la viscosidad de la tinta. Esto puede alterar la cantidad de tinta que se deposita en una gotita de tinta desde el cabezal de impresión, conduciendo a variaciones indeseables, por ejemplo, del tamaño de las gotitas depositadas por el cabezal de impresión. Es por tanto deseable regular la temperatura de la tinta depositada desde el cabezal de impresión.

La figura 11 ilustra una disposición para regular la temperatura de un sistema de alimentación de tinta. El sistema ilustrado en la figura 11 es similar al descrito con referencia a la figura 10, omitiendo la válvula desviadora 5000, el puente 5010 y la válvula en derivación 5012, solamente por razones de claridad.

El sistema incluye un calentador 6000 para calentar tinta en el depósito superior 2040. El calentador 6000 puede adoptar cualquier forma adecuada, por ejemplo, el calentador 6000 puede rodear el depósito superior 2040. La salida del calentador 6000 está controlada por un controlador (no ilustrado) que recibe una indicación de la

temperatura de la salida de tinta del depósito superior 2040 desde el sensor de temperatura 6020 situado en un conducto que transporta tinta desde el depósito superior al cabezal de impresión.

5 Si, por ejemplo, la temperatura ambiente varía desde 15°C a 30°C, y el cabezal de impresión ha de funcionar a una temperatura óptima de 40°C, el calentador debe ser capaz de calentar la tinta hasta los 25°C. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, durante el funcionamiento del cabezal de impresión, el fluido que pasa a través del cabezal de impresión es calentado también por los circuitos de activación del cabezal de impresión. Esto puede dar como resultado un calentamiento de la tinta de hasta 10°C cuando fluye por el cabezal de impresión. Esto puede conducir a una situación en la que el calor que pasa desde el depósito inferior al depósito superior es más caliente que la temperatura óptima. Por tanto, se instala un intercambiador 6010 de calor controlable para el enfriamiento entre la bomba 2060 y el filtro 2095, con el fin de reducir la temperatura del fluido transportado al depósito superior según se requiera.

10 Cada una de las características divulgadas en esta memoria (cuyo ámbito incluye las reivindicaciones) y/o ilustradas en los dibujos, puede ser incorporada en la invención independientemente de otras características divulgadas y/o ilustradas.

15 Por ejemplo, cualquier característica descrita con referencia a las figuras 8 a 11 puede ser incorporada junto con otras en una disposición adecuada. Por ejemplo, la disposición de calentamiento y refrigeración descrita con referencia a la figura 11 puede ser utilizada en cualquiera de los sistemas descritos con referencia a las figuras 8 y 9. De forma similar, la disposición para rellenar el cabezal de impresión utilizando el depósito inferior 2050 descrito con referencia a la figura 10 puede ser utilizado en cualquiera de los sistemas descritos con referencia a las figuras 8 y 9.

20

REIVINDICACIONES

1. Un método para depositar gotitas de fluido que comprende:

Proporcionar un aparato de deposición de gota que comprende una agrupación de cámaras de fluido (600, 610, 1000), en la que cada cámara se comunica con un orificio (870, 880) para la eyección de gotas, un colector (220, 920, 1010) común de entrada de fluido y un colector (210, 230, 910, 1020) común de salida de fluido:

Generando un primer flujo de fluido en dicho colector (220, 920, 1010) de entrada, a través de cada cámara en dicha agrupación y en dicho colector (210, 230, 910, 1020) de salida:

Efectuando eyección de gotas de fluido desde dichos orificios (870, 880) a través del uso de medios asociados con cada cámara (600, 610, 1000) resultando en un segundo flujo de fluido desde dicho colector (220, 920, 1010) de entrada en dicha cámara (600, 610, 1000) y salida de dicho orificio (870, 880) en la forma de gotitas, dicho segundo flujo ocurre simultáneamente con dicho primer flujo de fluido, y dicho primer flujo de fluido siendo mayor que el valor máximo de dicho segundo flujo de fluido.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho primer flujo de fluido es al menos diez veces mayor que el valor máximo de dicho segundo flujo de fluido.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos medios para efectuar eyección (860) de gotas comprende un miembro piezoeléctrico.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho aparato de deposición de gotas comprende además un componente base de material piezoeléctrico, dichas cámaras de fluido (600, 610, 1000) toman la forma de los canales (11) formados en dicho componente base.

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dichos canales definen paredes de canales piezoeléctricos, que están cubiertos con electrodos de manera que proporcionan accionamiento de la pared del canal, dichos medios para efectuar eyección (860) de gotitas comprendiendo dicho canal accionadores de pared.

6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la agrupación de cámaras (600, 610, 1000) es lineal.

7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 en el que dicha agrupación está en ángulo con la horizontal y dicho colector (220, 920, 1010) de entrada se extiende paralelo a la agrupación, las propiedades dinámicas del fluido de dicho colector de entrada varían en una dirección descansando en paralelo con respecto a la agrupación de tal manera que coincide la proporción de pérdida de presión a lo largo del colector de entrada debido a la pérdida de viscosidad en el colector de entrada con la proporción de aumento de presión estática a lo largo del colector de entrada debido a la gravedad.

8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el área de corte transversal de dicho colector (220, 920, 1010) de entrada varía en una dirección descansando en paralelo con respecto a la agrupación de tal manera que coincide dicha proporción de pérdida de presión con dicha proporción de aumento de presión estática debido a la gravedad.

FIG. 1 (Técnica anterior)

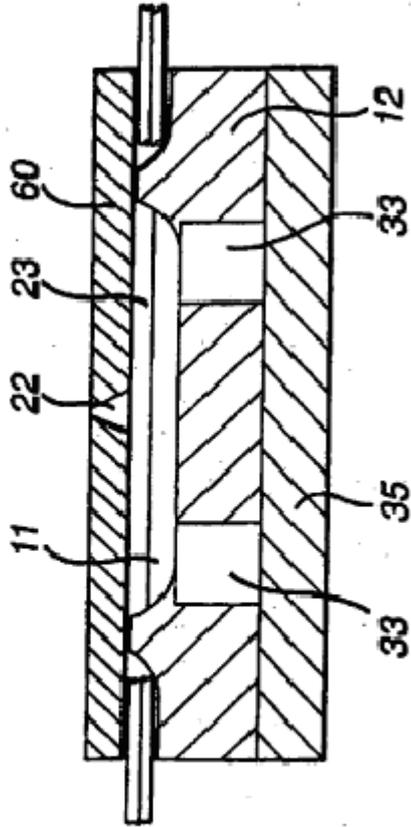
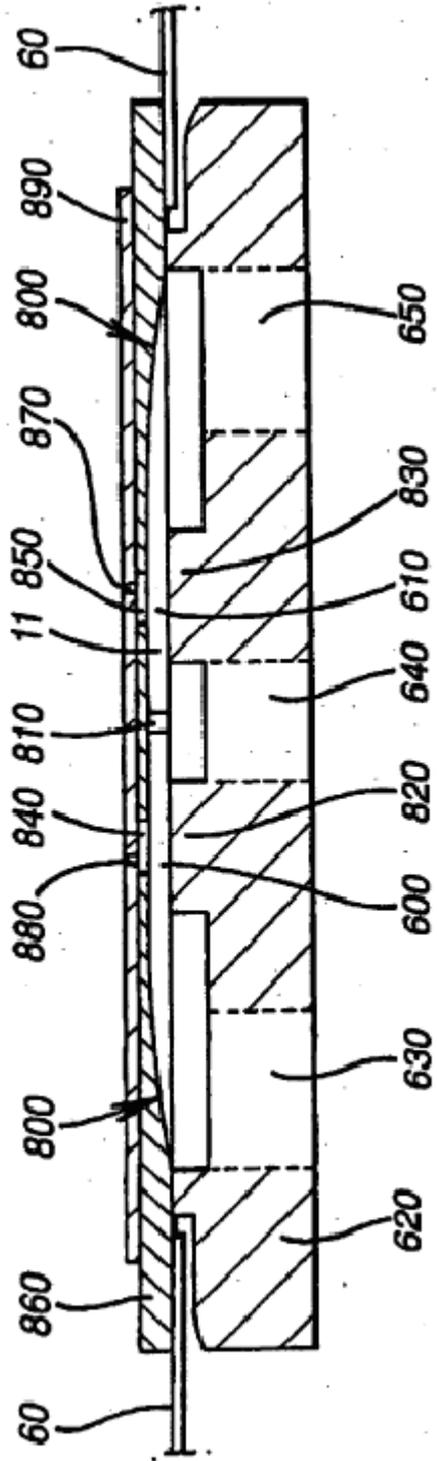
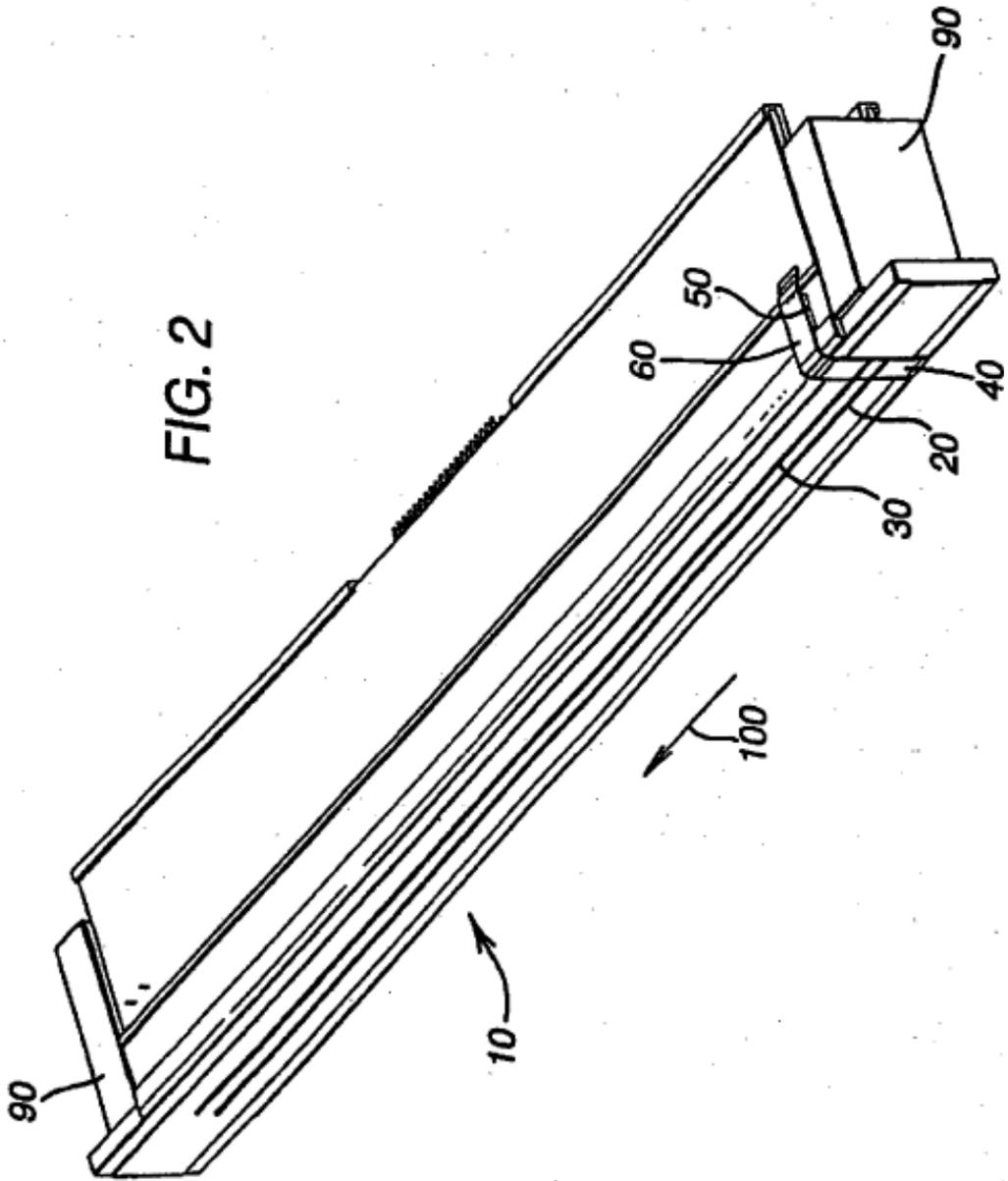


FIG. 5





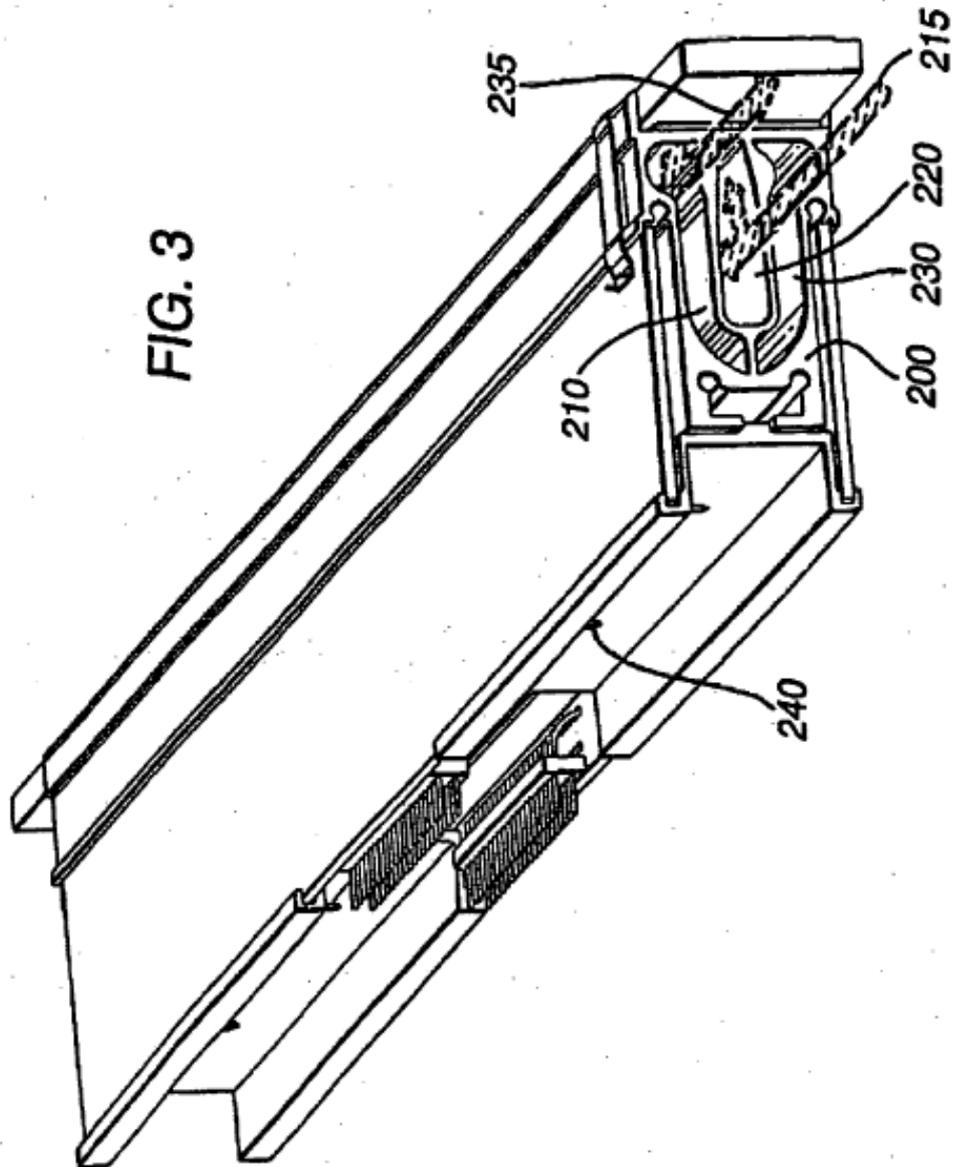


FIG. 4

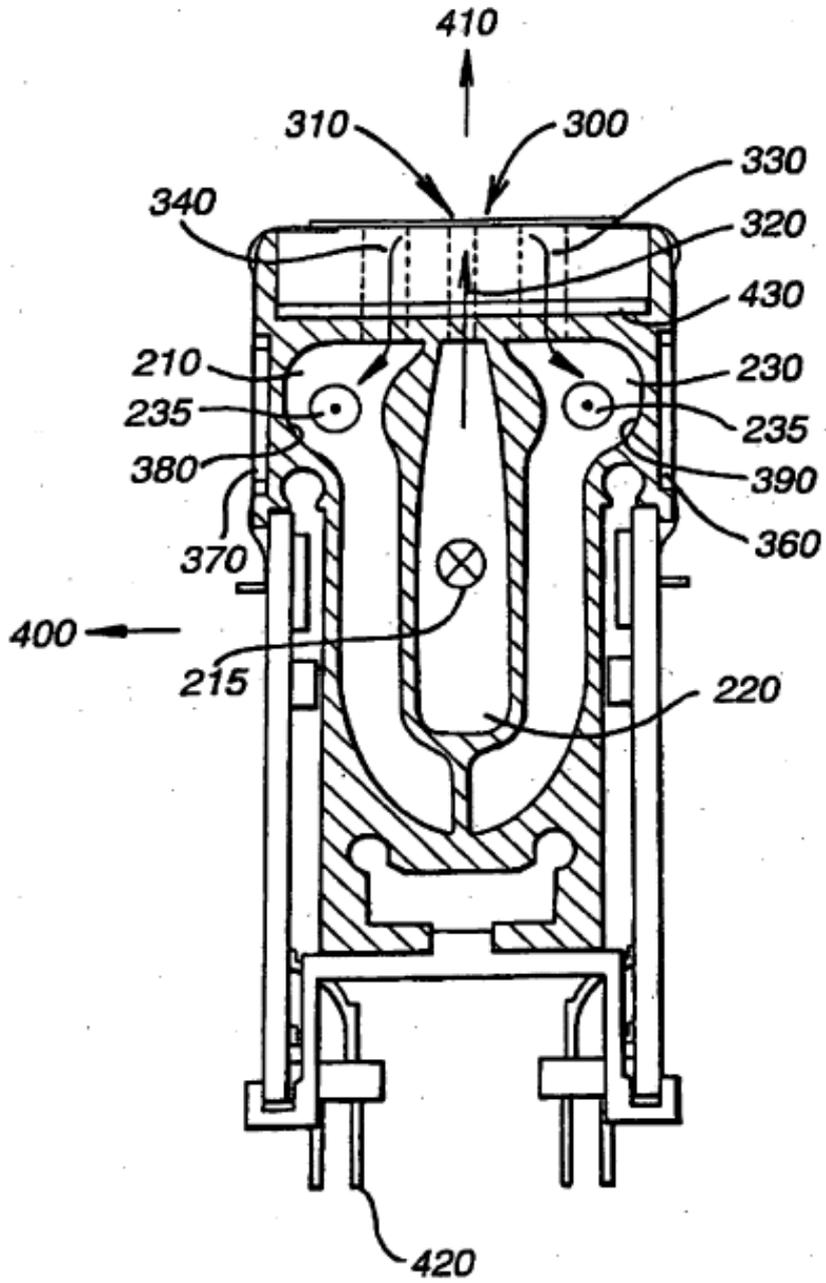


FIG. 6

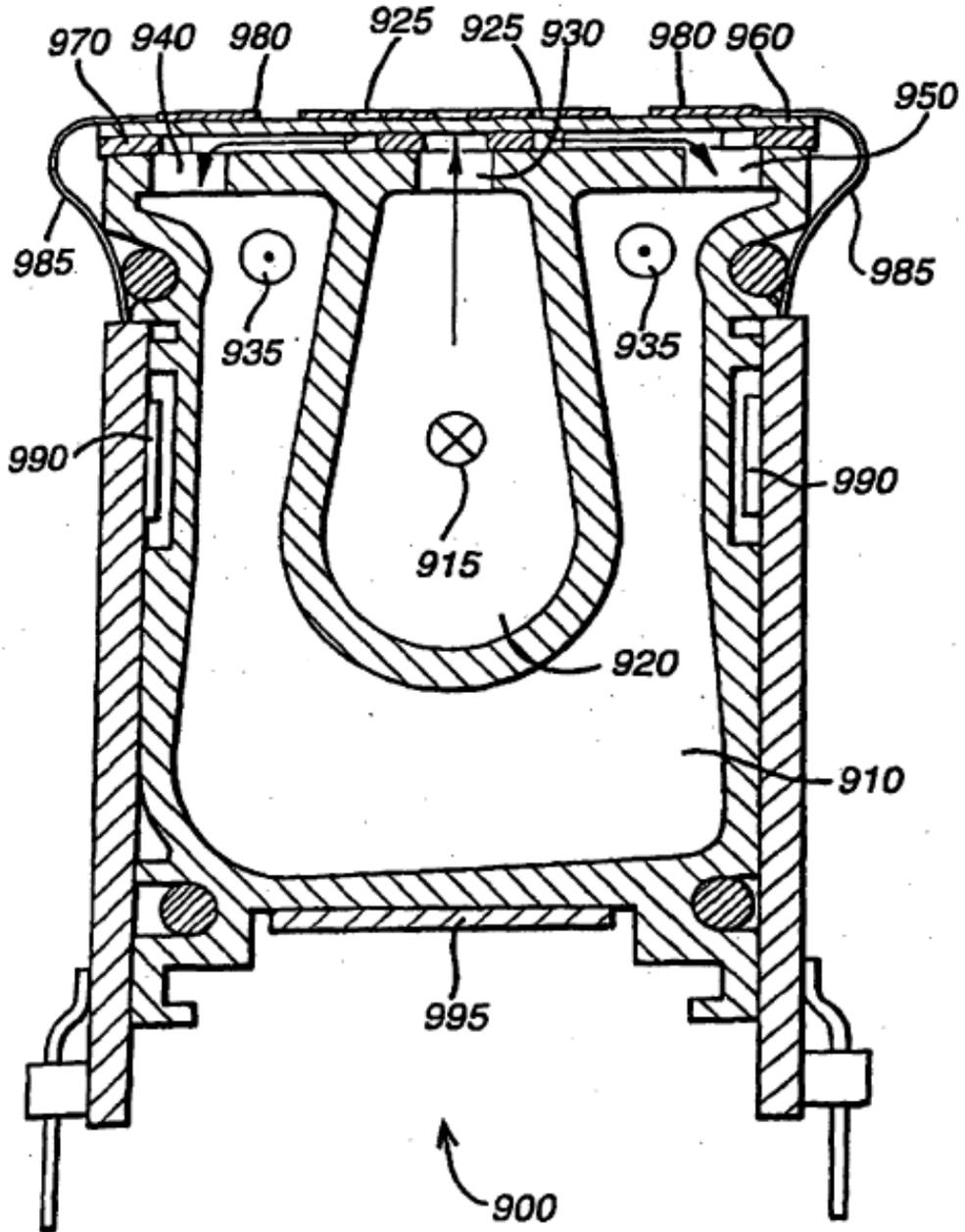
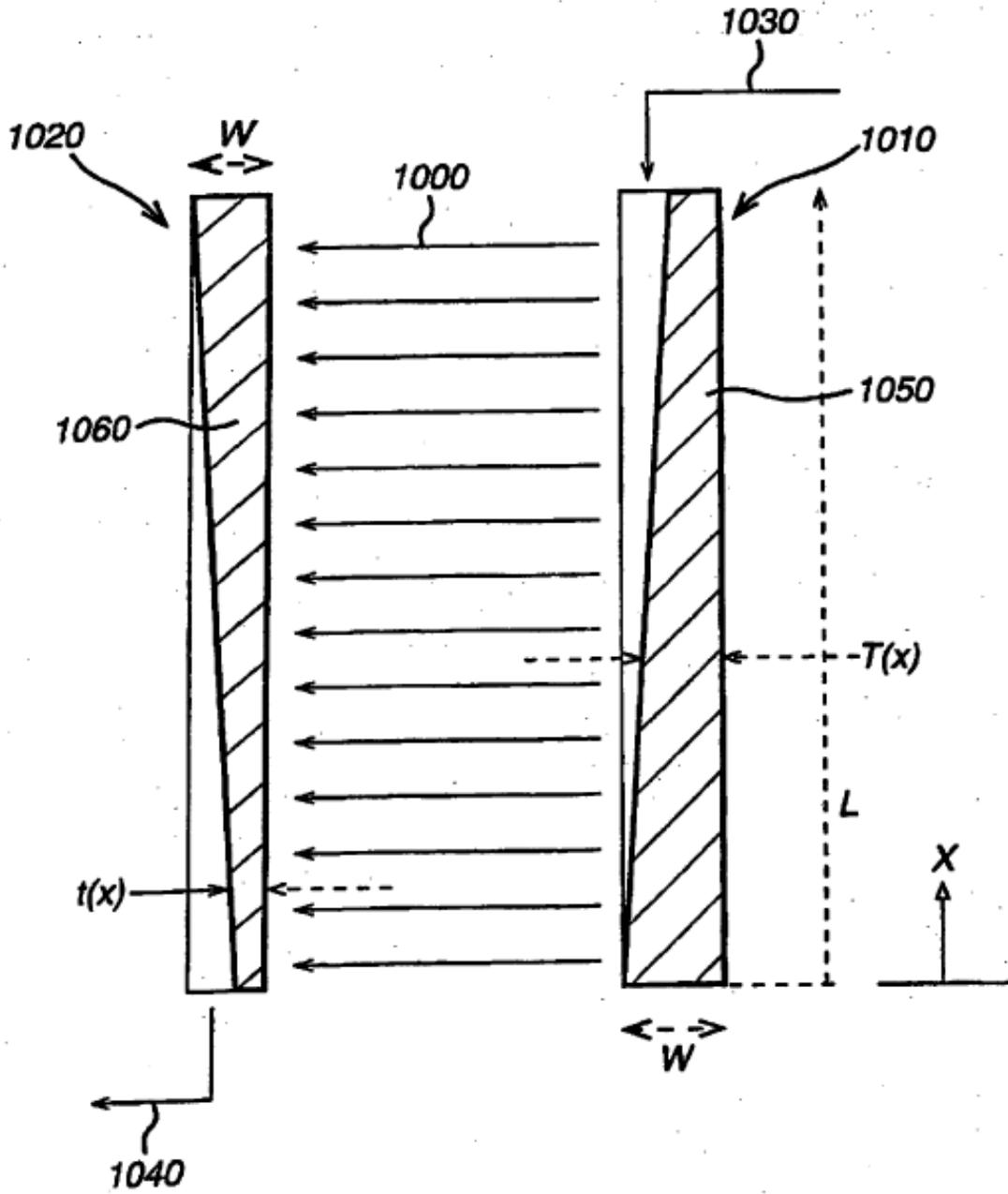


FIG. 7



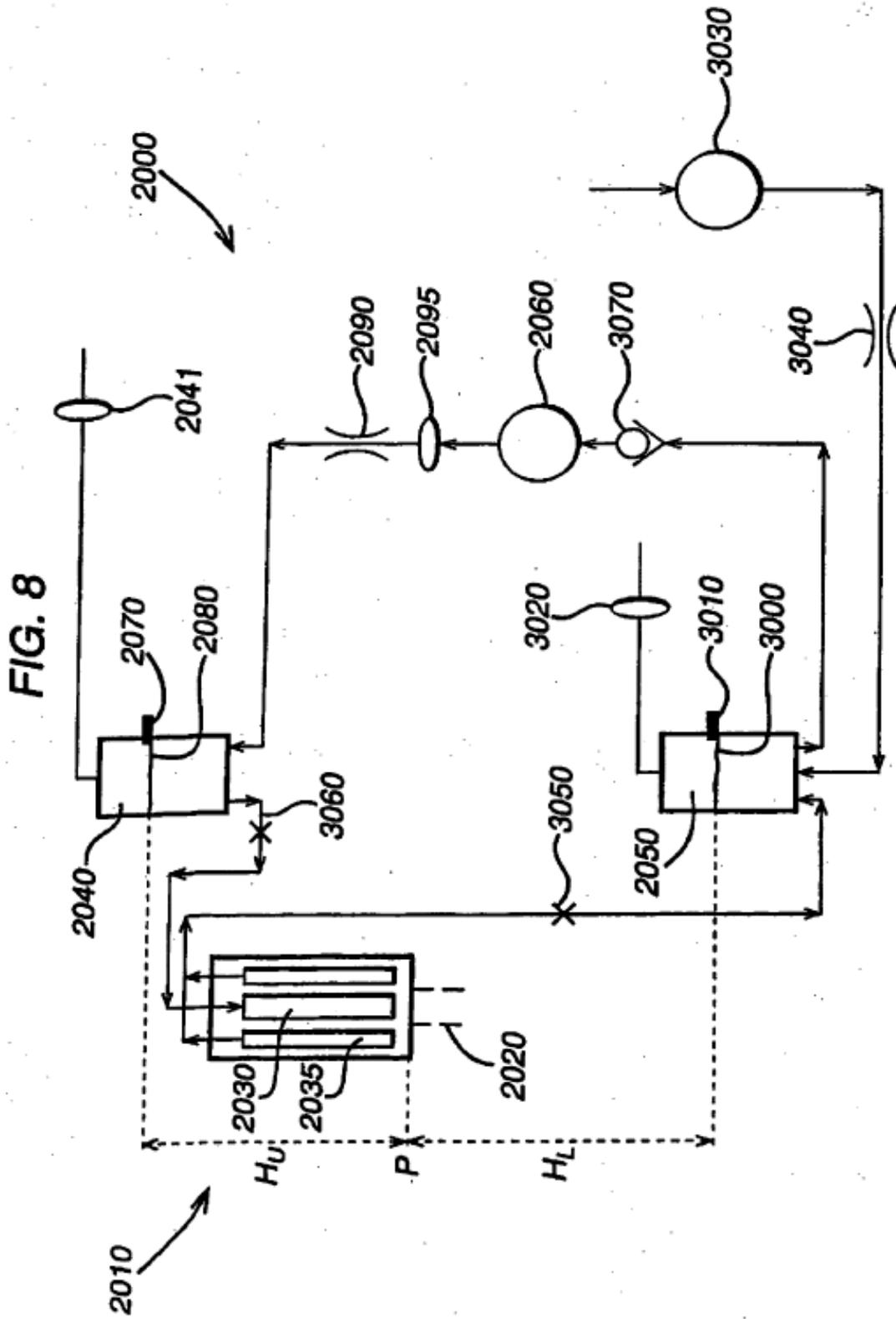


FIG. 9a

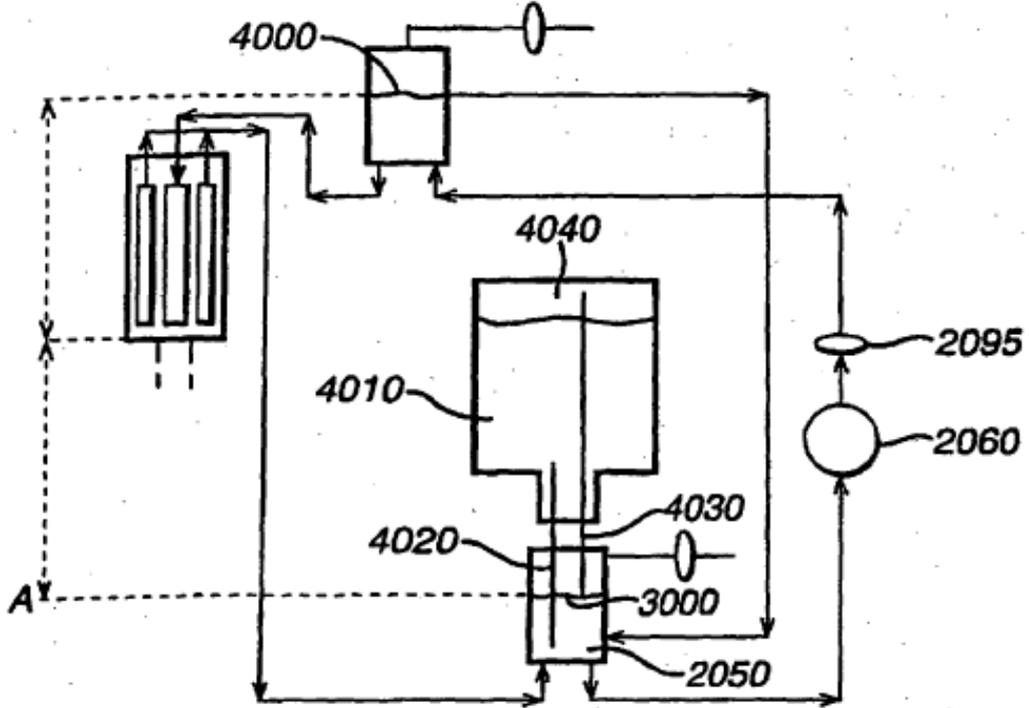
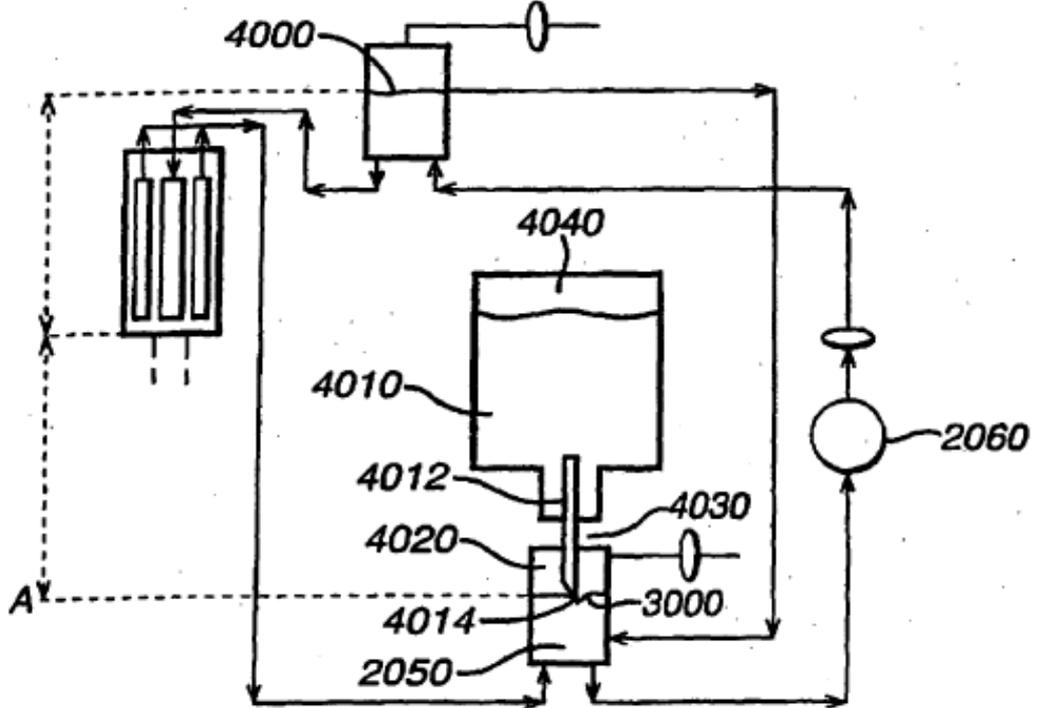


FIG. 9b



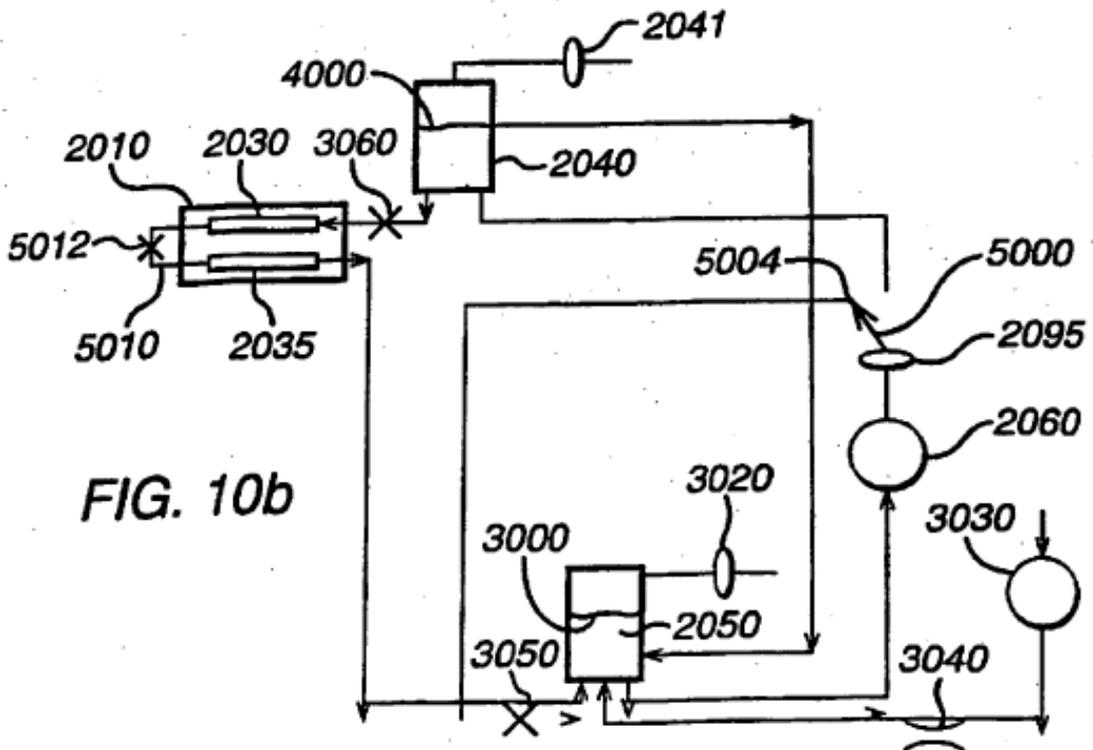
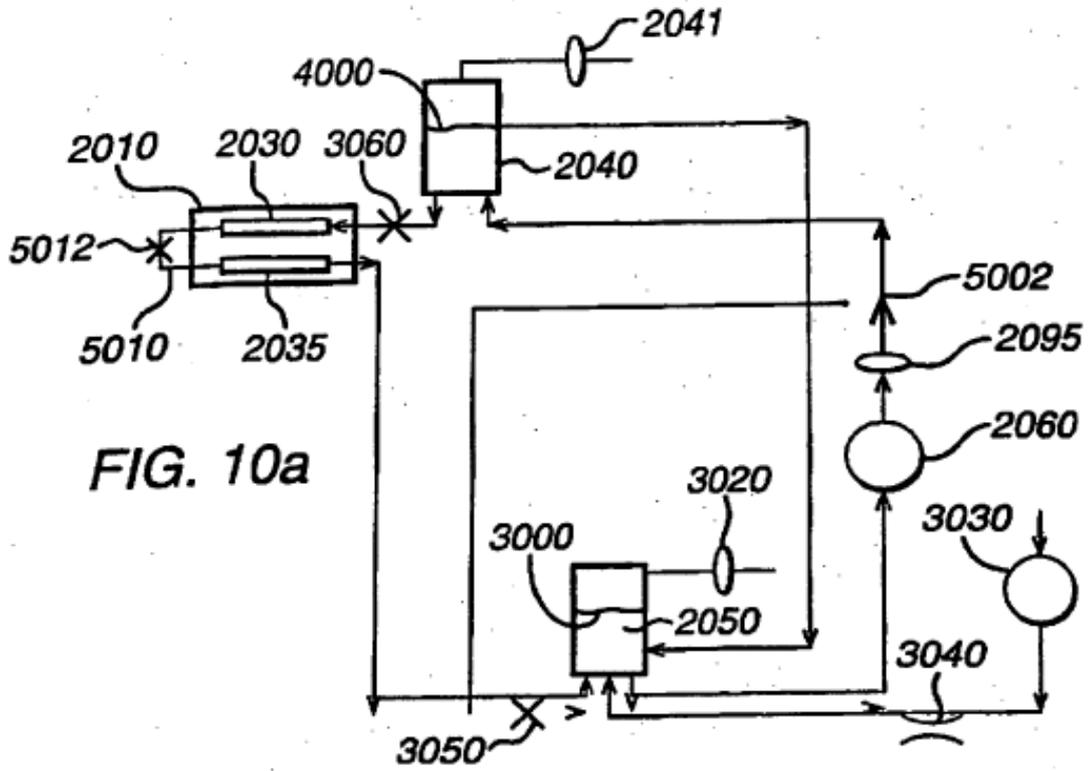


FIG. 11

