

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 375**

51 Int. Cl.:

B41J 2/21 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.12.2015 E 15202702 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 3061612**

54 Título: **Un cabezal de impresión por goteo bajo demanda y procedimiento de impresión**

30 Prioridad:

26.02.2015 PL 41138315
26.02.2015 PL 41138415
27.02.2015 GB 201503290
27.02.2015 GB 201503296
17.03.2015 PL 41160515
18.03.2015 GB 201504539
21.07.2015 EP 15177763

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2019

73 Titular/es:

JEUTE, PIOTR (100.0%)
ul. Cyganeczki 4
02-928 Warszawa, PL

72 Inventor/es:

JEUTE, PIOTR

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 709 375 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

Un cabezal de impresión por goteo bajo demanda y procedimiento de impresión

Campo técnico

La presente invención se refiere a cabezales de impresión por goteo bajo demanda y a procedimientos de impresión.

5 **Antecedentes**

La impresión de inyección de tinta es un tipo de impresión que recrea una imagen digital mediante propulsión de gotas de tinta sobre papel, plástico, u otros sustratos. Hay dos tecnologías principales en uso: inyección de tinta continua (CIJ) y goteo bajo demanda (DOD).

10 En la tecnología de inyección de tinta continua, una bomba de alta presión dirige la solución líquida de tinta y solvente de secado rápido desde un depósito a través de un cuerpo de pistola y una boquilla microscópica, creando una corriente continua de gotas de tinta a través de la inestabilidad de Plateau-Rayleigh. Un cristal piezoeléctrico crea una onda acústica, ya que vibra dentro del cuerpo de pistola y hace que la corriente de líquido se rompa en gotas en intervalos regulares. Las gotas de tinta se someten a un campo electrostático creado por un electrodo de carga a medida que se forman; el campo varía de acuerdo con el grado de deflexión de las gotas deseado. Esto da
15 como resultado una carga electrostática variable controlada en cada gota. Las gotas cargadas están separadas por una o más "gotas de protección" sin carga para minimizar la repulsión electrostática entre gotas vecinas. Las gotas cargadas pasan a través de un campo electrostático y son dirigidas (desviadas) mediante placas de desviación electrostáticas para imprimir sobre el material receptor (sustrato), o se dejan continuar sin desviarse a un canal de recogida para su reutilización. Las gotas más cargadas se desvían en mayor medida. Solo una pequeña fracción de
20 las gotas se usa para imprimir, reciclándose la mayoría. El sistema de tinta requiere regulación activa del solvente para contrarrestar la evaporación del solvente durante el tiempo de vuelo (tiempo entre la eyección de la boquilla y el reciclaje del canal) y del procedimiento de expulsión por el cual el gas que se introduce en el canal junto con las gotas no utilizadas se expulsa del depósito. La viscosidad se monitoriza y se añade un solvente (o mezcla de solventes) para contrarrestar la pérdida de solvente.

25 El goteo bajo demanda (DOD) puede dividirse en impresoras DOD de baja resolución que usan electroválvulas para expulsar gotas comparativamente grandes de tintas en sustratos impresos, o impresoras DOD de alta resolución, pueden expulsar gotas de tinta muy pequeñas usando un DOD térmico y un procedimiento DOD piezoeléctrico para descargar la gota.

30 En el procedimiento de inyección de tinta térmica, los cartuchos de impresión contienen una serie de pequeñas cámaras, conteniendo cada una un calentador. Para expulsar una gota de cada cámara, se pasa un pulso de corriente a través del elemento de calentamiento, provocando una vaporización rápida de la tinta en la cámara para formar una burbuja, lo que provoca un aumento de presión grande, propulsando una gota de tinta sobre el papel. La tensión superficial de la tinta, así como la condensación y, por lo tanto, la contracción de la burbuja de vapor atrae una carga adicional de tinta a la cámara a través de un canal estrecho unido a un depósito de tinta. Las tintas
35 utilizadas suelen ser a base de agua y utilizan pigmentos o tintes como colorante. Las tintas utilizadas deben tener un componente volátil para formar la burbuja de vapor, ya que de lo contrario no se puede producir la expulsión de gotas.

40 El DOD piezoeléctrico usa un material piezoeléctrico en una cámara llena de tinta detrás de cada boquilla, en lugar de un elemento de calentamiento. Cuando se aplica una tensión, el material piezoeléctrico cambia de forma, lo que genera un pulso de presión en el fluido, forzando una gota de tinta desde la boquilla. Un procedimiento DOD utiliza un software que dirige los cabezales para aplicar entre cero y ocho gotas de tinta por punto, solo donde sea necesario.

45 Las impresoras de alta resolución, junto con las aplicaciones de oficina, también están siendo utilizadas en algunas aplicaciones de codificación y marcado industrial. El chorro de tinta térmica se usa con mayor frecuencia en impresoras basadas en cartuchos, principalmente para impresiones más pequeñas, por ejemplo, en la industria farmacéutica. Los cabezales de impresión piezoeléctricos de compañías como Spectra o Xaar se han utilizado con éxito para impresoras industriales de codificación en casos de alta resolución.

50 Todas las impresoras DOD comparten una característica en común: las gotas descargadas de tinta tienen un tiempo de secado más largo en comparación con la tecnología CIJ cuando se aplica sobre un sustrato no poroso. La razón es el uso de solvente de secado rápido, que es bien aceptado por la tecnología CIJ diseñada con solvente de secado rápido en mente, pero cuyo uso debe limitarse en la tecnología DOD en general y en DOD de alta resolución en particular. Esto se debe a que las tintas de secado rápido causarían que el secado vuelva a las boquillas. En la mayoría de las aplicaciones conocidas, el tiempo de secado de las impresiones de las impresoras DOD de alta resolución en sustratos no porosos sería de al menos dos veces y, por lo general, tres veces más largo que el de
55 CIJ. Esto es una desventaja en ciertas aplicaciones de codificación industrial, por ejemplo, líneas de producción muy rápidas en las que el tiempo de secado de unos pocos segundos puede exponer la impresión aún húmeda (no seca) a daños cuando entra en contacto con otros objetos.

Otra desventaja de la tecnología DOD de alta resolución es la energía de gota limitada, lo que requiere que el sustrato sea guiado muy uniformemente y estrechamente a las boquillas de impresión. Esto también demuestra ser desventajoso para algunas aplicaciones industriales. Por ejemplo, cuando la superficie codificada no es plana, no puede guiarse muy cerca de las boquillas.

5 La tecnología CIJ también demuestra tener limitaciones inherentes. Hasta ahora, CIJ no se ha utilizado con éxito para impresiones de alta resolución debido a que necesita cierto tamaño de gota para funcionar bien. La otra desventaja bien conocida de la tecnología CIJ es el alto uso de solvente. Esto no solo causa altos costes de suministros, sino que también puede ser peligroso para los operadores y el medio ambiente, ya que los solventes más eficientes son venenosos, tal como MEK (metil etil cetona) ampliamente utilizado.

10 Los siguientes documentos ilustran diversas mejoras en la tecnología de impresión de inyección de tinta.

El artículo "Double-shot inkjet printing of donor-acceptor-type organic charge-transfer complexes: Wet/nonwet definition and its use for contact engineering" de T. Hasegawa y otros (Thin Solid Films 518 (2010) páginas 3988-3991) presenta una técnica de impresión por inyección de tinta de doble inyección (DS-IJP), en la que dos tipos de gotas de tinta de escala de picolitros que incluyen moléculas donadoras de componente soluble (por ejemplo, tetratrafalvaleno, TTF) y aceptora (por ejemplo, tetracianoquinodimetano, TCNQ) se depositan individualmente en una posición idéntica sobre las superficies del sustrato para formar películas de compuestos metálicos apenas solubles de TTF-TCNQ. La técnica utiliza la modificación de la superficie húmeda/no húmeda para limitar las gotas entremezcladas de las tintas donantes yceptoras impresas individualmente en un área predefinida, lo que da como resultado la formación de complejos instantáneos a escala de picolitro.

20 La patente de Estados Unidos US7429100 presenta un procedimiento y un dispositivo para aumentar el número de gotas de tinta en un chorro de gotas de tinta de una impresora de inyección de tinta de operación continua, en el que las gotas de tinta de al menos dos chorros de gotas de tinta producidos por separado se combinan en una gota de inyección de tinta, de manera que el chorro de gotas de tinta combinadas encierra completamente las gotas de tinta separadas de los correspondientes chorros de gotas de tinta correspondientes y, por lo tanto, tiene un número de gotas de tinta igual a la suma de los números de gotas de tinta en la corriente individual. Las gotas de las corrientes individuales no colisionan entre sí y no se combinan entre sí, sino que permanecen separadas en el chorro de gotas combinadas.

La solicitud de patente de Estados Unidos US20050174407 presenta un procedimiento para la deposición de materiales sólidos, en el que un par de dispositivos de impresión de inyección de tinta expulsan gotas de tinta, respectivamente, en una dirección tal que coinciden durante el vuelo, formando gotas mezcladas que continúan hacia adelante hacia un sustrato, en el que las gotas mezcladas se forman fuera del cabezal de impresión.

30 La solicitud de patente japonesa JP2010105163A desvela una placa de boquillas que incluye una pluralidad de orificios de boquilla que descarga líquidos que se combinan en vuelo fuera de la placa de boquillas.

35 La patente de Estados Unidos US8092003 presenta sistemas y procedimientos para la impresión digital de imágenes en sustratos utilizando tintas digitales y catalizadores que inician y/o aceleran el curado de las tintas sobre los sustratos. La tinta y el catalizador se mantienen separados entre sí mientras están dentro de los cabezales de una impresora de inyección de tinta y se combinan solo después de ser descargados del cabezal, es decir, fuera del cabezal. Esto puede causar problemas en el control preciso de la coalescencia de las gotas en vuelo fuera del cabezal y la correspondiente falta de control preciso sobre la colocación de la gota en el objeto impreso.

40 En todos los procedimientos anteriormente mencionados, las gotas de los líquidos primarios respectivos no están guiadas después de descargarse desde las boquillas respectivas. Por lo tanto, su trayectoria de vuelo en su trayectoria hacia el punto de conexión en el que comienzan a formar una gota combinada mezclada no está controlada. Tal control puede resultar necesario a la hora de mezclar sustratos de reacción química con el fin de evitar un contacto accidental e indeseable entre los sustratos en el área de las terminaciones de las boquillas, en las que un contacto demasiado precipitado podría conducir a una acumulación de residuos de la sustancia combinada y a un bloqueo de la boquilla con el tiempo mientras que la sustancia combinada se solidifica.

45 Se conocen diversas disposiciones para alterar la velocidad de la gota que sale del cabezal de impresión mediante el uso de electrodos para afectar gotas cargadas, como se describe, por ejemplo, en los documentos de patente US3657599, US20110193908 o US20080074477.

50 La solicitud de patente de Estados Unidos US20080074477 desvela un sistema para controlar el volumen de gotas en una impresora de inyección de tinta continua, en el que una sucesión de gotas de tinta, todas expulsadas de una sola boquilla, se proyectan a lo largo de una trayectoria longitudinal en un sustrato plana. Se selecciona un grupo de gotas a partir de la sucesión en la trayectoria, y este grupo de gotas se combina acelerando electrostáticamente las gotas aguas arriba del grupo y/o desacelerando las gotas corriente abajo del grupo para combinarlas en una sola gota.

55 Las solicitudes de patente alemana DE3416449 y DE350190 presentan cabezales de impresión CIJ que comprenden generadores de gotas que generan una corriente continua de gotas. La corriente de gotas se genera

como resultado de perturbaciones de presión periódicas en la proximidad de las boquillas que descomponen las inyecciones de tinta emergentes en gotas que tienen el mismo tamaño y están separadas por igual. La mayoría de las gotas son recogidas mediante canales y alimentadas a los depósitos que suministran tinta a los generadores de gotas, como es común en la tecnología CIJ.

5 La solicitud de patente japonesa JPS5658874 presenta un cabezal de impresión CIJ que comprende boquillas que generan corrientes continuas de gotas, que están separadas por igual, en el que algunas de las gotas se recogen mediante canales y solo algunas de las gotas llegan a la superficie a imprimir. Las trayectorias de las gotas son alteradas por un conjunto de electrodos, tal que la trayectoria de una gota se altera para cruzar la trayectoria de otra gota.

10 Debido a las diferencias estructurales y tecnológicas sustanciales entre los cabezales de impresión de tecnología CIJ y DOD, estos cabezales de impresión no son compatibles entre sí y sus características individuales no son transferibles entre las tecnologías.

La patente de Estados Unidos US8342669 desvela un conjunto de tintas que comprende al menos dos tintas, que se pueden mezclar en cualquier momento (que se enumeran: antes de la inyección, durante la inyección, o después de la inyección). Una realización particular específica en la que las tintas se pueden mezclar o combinar en cualquier lugar entre la salida del cabezal de inyección de tinta y el sustrato, es decir, en cualquier lugar durante el vuelo. Después de la combinación de las tintas entre el dispositivo de inyección de tinta y el sustrato, las gotas de las tintas pueden comenzar a reaccionar, es decir, pueden comenzar la polimerización de los monómeros de vinilo y el momento de las gotas puede llevar las gotas a una ubicación deseada en el sustrato. Esto tiene, sin embargo, la desventaja de que es difícil de controlar los parámetros de coalescencia de las gotas, ya que el entorno exterior al dispositivo de inyección de tinta es variable.

Sería deseable controlar la trayectoria de vuelo de las gotas de sustrato primario después de que estas abandonen sus respectivas salidas de las boquillas no solo para garantizar la coalescencia apropiada, sino también con el fin de evitar un contacto demasiado prematuro entre los sustratos de reacción química en las proximidades de las salidas de las boquillas. Tal contacto indeseable podría conducir a la acumulación de residuos de la sustancia que se ha hecho reaccionar y, por consiguiente, a una obstrucción de la boquilla.

La solicitud de patente de Estados Unidos US2011/0181674 desvela un cabezal de impresión de inyección de tinta que incluye una cámara de presión que almacena una primera tinta succionada desde un depósito y que transfiere la primera tinta a una boquilla mediante una fuerza de accionamiento de un actuador; y un amortiguador dispuesto entre la cámara de presión y la boquilla y que permite que la primera tinta se mezcle con una segunda tinta extraída a través de una trayectoria de flujo de tinta para la segunda tinta. La desventaja de esa solución es que la tinta mezclada está en contacto con la boquilla. Esto puede ocasionar problemas cuando los parámetros fisicoquímicos de la tinta mezclada no permiten inyectar la tinta mezclada, o la tinta mezclada no es químicamente estable y las reacciones que se producen dentro de la tinta mezclada provocan el cambio de parámetros fisicoquímicos que no permiten la inyección de la tinta mezclada, o la reacción provoca la solidificación de la tinta mezclada. En caso de que la reacción química se inicie al mezclar los componentes de la tinta, cualquier residuo de la tinta mezclada que entre en contacto con la boquilla y no sea eliminada de la misma por la corriente de gas puede provocar la acumulación de residuos, que conducen a bloquear la boquilla durante el procedimiento de impresión.

La solicitud de patente europea EP1574343 desvela un aparato de expulsión de gotas, en el que corriente abajo las gotas se descargan por un par de boquillas, en el que cada boquilla descarga líquido desde el mismo depósito de líquido, que es común a ambas boquillas. La primera boquilla expulsa una gota principal y una gota satélite; y la segunda boquilla expulsa otra gota principal. Las gotas principales corriente abajo se combinan entre sí para formar una gota combinada. La gota combinada se dirige a lo largo de una trayectoria de gota combinada dirigida hacia una sección de captura que dirige esa gota combinada, a través de una trayectoria de flujo de tinta capilar, de vuelta al depósito de líquido. Solo la gota satélite se dirige hacia la superficie que se va a imprimir.

La solicitud de patente japonesa JPH11227227 desvela una impresora de inyección de tinta que tiene un cabezal de línea capaz de ejecutar una gradación de área de múltiples valores a todo color por punto y eliminar la obstrucción. Las gotas primarias, que son expulsadas de los electrodos de corte, se mezclan dentro de un electrodo 13 de mezcla para formar una gota de masa más grande, que es expulsada por un electrodo de expulsión y luego acelerada por electrodos de aceleración. La gota combinada se mueve a lo largo de un paso de tinta formado por paredes hidrófobas, de manera que exista poca resistencia entre la gota y las paredes, por lo tanto, la gota combinada está en contacto con los elementos del cabezal de impresión a medida que se mueve hacia la superficie que ha de imprimirse.

Sumario

55 El problema asociado con la impresión de inyección de tinta DOD es el tiempo relativamente largo de curado de la tinta después de que su deposición sobre la superficie permanezca real.

Todavía hay una necesidad de mejorar la tecnología de impresión de inyección de tinta DOD para acortar el tiempo de curado de la tinta después de su deposición sobre la superficie. Además, sería ventajoso obtener dicho resultado

combinado con una mayor energía de las gotas y una colocación de las gotas más precisa para codificar diferentes productos de diferentes sustratos y formas.

5 Hay una necesidad de mejorar las tecnologías de impresión de inyección de tinta en un intento de disminuir el tiempo de secado (o curado) de la impresión y para aumentar la energía de las gotas de la impresión que se descargan desde la impresora. La presente invención combina esas dos ventajas y las eleva al nivel disponible hasta ahora solo para impresoras CIJ y no disponibles en el área de tecnología DOD en general (principalmente cuando se trata del tiempo de secado) y, en particular, la tecnología DOD de alta resolución, en la que tanto el secado (tiempo de curado) como la energía de las gotas se han mejorado mucho en comparación con el estado actual de la tecnología. La presente invención también aborda las principales desventajas de la tecnología CIJ, que conduce a un mínimo de reducción de 10 veces el uso del solvente y que permite que gotas mucho más pequeñas - en comparación con las de CIJ - se descarguen a mayor velocidad, mientras que la impresión resultante podría consolidarse en la amplia variedad de sustratos aún en muy poco tiempo y con una adhesión muy alta.

Se presenta un procedimiento de impresión de gota sobre demanda y un cabezal de impresión por goteo bajo demanda de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se muestra mediante un ejemplo de realización en un dibujo, en el que:

- La figura 1 muestra esquemáticamente la vista general de la primera realización de la invención;
- Las figuras 2A y 2B muestran esquemáticamente la primera variante de la primera realización;
- La figura 2C muestra esquemáticamente la segunda variante de la primera realización;
- 20 La figura 2E muestra esquemáticamente la cuarta variante de la primera realización;
- Las figuras 3, 4A, 4B, 5 y 6 muestran esquemáticamente la primera variante de la segunda realización de la invención;
- La figura 4C muestra esquemáticamente la segunda variante de la segunda realización de la invención;
- La figura 7 muestra esquemáticamente la tercera realización de la invención;
- 25 La figura 8 muestra esquemáticamente la cuarta realización de la invención;
- La figura 9 muestra esquemáticamente la quinta realización de la invención;
- Las figuras 10, 11, 12 muestran esquemáticamente diferentes dispositivos para propulsar una gota fuera de la boquilla;
- La figura 13A muestra esquemáticamente la primera variante de una sexta realización de la invención;
- 30 La figura 13B muestra esquemáticamente la segunda variante de la sexta realización de la invención;
- La figura 13C muestra esquemáticamente la tercera variante de la sexta realización de la invención;
- Las figuras 13D-13F muestran esquemáticamente la cuarta variante de la sexta realización de la invención;
- La figura 13G muestra esquemáticamente la quinta variante de la sexta realización de la invención;
- La figura 13H muestra esquemáticamente la sexta variante de la sexta realización de la invención;
- 35 La figura 14 muestra esquemáticamente un cabezal de impresión de acuerdo con una séptima realización;
- Las figuras 15A, 15B muestran esquemáticamente un conjunto de boquillas de acuerdo con la séptima realización;
- Las figuras 16A-16E muestran esquemáticamente el procedimiento de combinación de gotas primarias a una gota combinada en la séptima realización;
- 40 La figura 17 muestra esquemáticamente un conjunto de electrodos para desviar o corregir la trayectoria de movimiento de la gota en la salida del cabezal de impresión en la séptima realización;
- La figura 18 muestra esquemáticamente un cabezal de impresión de acuerdo con una octava realización.

Descripción detallada

45 Los detalles y características de la presente invención, su naturaleza y diversas ventajas, resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de un cabezal de impresión por goteo bajo demanda y un procedimiento de impresión.

La presente invención permite acortar el tiempo de curado de la tinta después de su deposición en la superficie, por lo que permite utilizar componentes de curado rápido que entran en reacción química en una cámara de reacción dentro del cabezal de impresión, lo que aumenta la eficiencia y la controlabilidad del procedimiento de impresión. En otras palabras, la invención proporciona coalescencia en un entorno controlado.

50 En el cabezal de impresión de acuerdo con la invención, la cámara de reacción se configura de manera que las gotas primarias pueden combinarse en la misma en una gota combinada en la que se inicia una reacción química, sin el riesgo de obstrucción de la cámara de reacción o la salida de la cámara de reacción. Esto se logra por medios tales como un separador, corrientes de gas o campo eléctrico, que guía las gotas primarias lejos de las salidas de las boquillas antes de que las gotas primarias se combinen entre sí (por ejemplo, a una distancia de al menos el 50 % del diámetro de la gota primaria), de modo que las gotas primarias se combinan en vuelo (en el entorno controlado y predecible de la cámara de reacción) e inmediatamente salen de la cámara de reacción.

La cámara de reacción tiene preferentemente en el punto de conexión, en el que se forma la gota combinada, un

tamaño mayor que el tamaño esperado de la gota combinada, tal como para permitir una buena coalescencia de las gotas primarias y evitar que la gota combinada toque las paredes de la cámara de reacción. En el punto de conexión, existe, por lo tanto, algo de espacio disponible para que las gotas primarias se combinen libremente.

5 Una reacción química se inicia entre el(los) componente(s) del primer líquido que forma la primera gota primaria y el(los) componente(s) del segundo líquido que forma la segunda gota primaria cuando las gotas primarias se unen para formar la gota combinada. Se puede usar una variedad de sustancias como componentes de gotas primarias. Los siguientes ejemplos se deben tratar como ejemplos solamente y no limitan el ámbito de la invención:

- una gota combinada de poliacrilato puede formarse por reacción química entre la gota primaria de un monómero (por ejemplo: metacrilato de metilo, metacrilato de etilo, metacrilato de propilo, metacrilato de butilo
- 10 opcionalmente con adición de colorante) y la segunda gota primaria de un iniciador (para ejemplo: catalizador tal como trimetilopropano, tris(1-aziridinapropionato) o azaridina, además la luz UV puede usarse como agente iniciador).
- una gota combinada de poliuretano puede formarse por reacción química entre la gota primaria de un monómero (por ejemplo: 4,4'-diisocianato de metilendifenilo (MDI) o diferentes diisocianatos monoméricos
- 15 alifáticos o cicloalifáticos) y la segunda gota primaria de un iniciador (por ejemplo: alcohol monohidroxilado, alcohol dihidrico o alcohol polihídrico tal como glicerol o glicol; tioles, opcionalmente con adición de colorante).
- una gota combinada de policarboimida puede formarse por reacción entre la gota primaria de un monómero (por ejemplo, carbimidas) y la segunda gota primaria de un iniciador (por ejemplo, ácidos dicarboxílicos, tales como ácido adípico, opcionalmente con adición de colorante).

20 En general, el primer líquido puede comprender un primer sistema de formación de polímero (preferentemente, uno o más compuestos tales como un monómero, un oligómero (una resina), un polímero, etc., o una mezcla de los mismos) y el segundo líquido puede comprender un segundo sistema formador de polímero (preferentemente, uno o más compuestos tales como un monómero, un oligómero (una resina), un polímero, un iniciador de una reacción de polimerización, uno o más agentes de entrecruzamiento, etc., o una mezcla de los mismos). La reacción química es

25 preferentemente una polirreacción o copolicorreacción, que puede implicar reticulación, tal como policondensación, poliadición, polimerización de radicales, polimerización iónica o polimerización de coordinación. Además, el primer líquido y el segundo líquido pueden comprender otras sustancias, tales como solventes, dispersantes, etc.

Mediante el control del entorno de la cámara de reacción, es posible lograr una coalescencia controlable completa de las gotas primarias (que se produce solo en condiciones particulares, dependiendo de los líquidos, tales como la

30 velocidad, la masa de las gotas, la tensión superficial, la viscosidad, el ángulo de incidencia). Normalmente no es posible controlar estos parámetros en el entorno fuera del cabezal de impresión, en los que la temperatura ambiente, la presión, la humedad y la velocidad del viento pueden variar y tener un impacto significativo en el procedimiento de coalescencia (y dar lugar a desviaciones de las trayectorias de vuelo de las gotas, generación de gotas satélite (que podrían obstruir el interior del cabezal de impresión), rebotando fuera de las gotas primarias, lo que puede provocar

35 al menos una pérdida de calidad, si no un mal funcionamiento total del procedimiento de impresión).

Mediante el aumento de la temperatura dentro del cabezal de impresión, se pueden reducir la tensión superficial y la viscosidad de las gotas primarias.

Si el procedimiento de coalescencia está bajo control, la reacción química puede ser iniciada de manera uniforme dentro del volumen de la gota combinada, proporcionando de este modo impresiones de calidad predecible. Los

40 líquidos de las gotas primarias se unen de manera mecánica debido a la colisión entre las gotas y por difusión de los componentes. La velocidad de difusión depende de la diferencia de concentración de componentes en las gotas individuales y del coeficiente de difusión dependiente de la temperatura. A medida que aumenta la temperatura, el coeficiente de difusión aumenta, y la velocidad de difusión de los componentes dentro de la gota combinada aumenta. Por lo tanto, el aumento de la temperatura conduce a gotas combinadas de composición más uniforme.

45 Además, para algunas composiciones, en particular, formadas por al menos 3 gotas, aparte del monómero(s) e iniciador(es), puede introducirse una gota primaria adicional de inhibidor, para reducir la velocidad de la reacción química entre el(los) monómero(s) y el(los) iniciador(es), para permitir una mejor homogeneización de la composición antes de la polimerización.

Si la caída combinada se forma de manera que tenga una temperatura mayor que la temperatura de la superficie a

50 imprimir, la gota combinada, cuando golpea la superficie impresa, se somete a enfriamiento rápido, y su viscosidad aumenta, por lo tanto, la gota es menos propensa a alejarse de la posición en la que fue depositada. Este procedimiento de enfriamiento debería aumentar la densidad y la viscosidad de la gota combinada mientras se deposita, sin embargo, no en la etapa de solidificación final, ya que la solidificación final debería ser el resultado de una reacción química completa en lugar de solo un cambio de temperatura. Además, como la reacción química (es decir, polimerización, curado (reticulación)) ya se inició en la gota combinada, se mejora la reticulación de las capas

55 individuales de la materia impresa (lo que es particularmente importante para la impresión 3D).

En algunas realizaciones, la trayectoria de vuelo de la primera gota primaria y la segunda gota primaria se controla en toda la trayectoria de vuelo entre la salida de la boquilla y el punto de conexión. En otras realizaciones, la

trayectoria de vuelo se controla solo en una porción de la distancia – preferentemente, debe controlarse a una distancia no menor que el 50 % de la distancia entre la salida de la boquilla y el punto de conexión.

La solución presentada permite evitar que los remanentes de una sustancia combinada que reacciona se acumulen en las proximidades de las salidas de las boquillas por medio del control de la trayectoria de vuelo de las gotas primarias después de que se hayan descargado de las respectivas salidas de las boquillas.

El cabezal y el procedimiento de impresión por goteo bajo demanda presentados se pueden emplear para diversas aplicaciones, incluyendo la impresión de alta calidad, incluso en sustratos no porosos o superficies con percolación limitada. Una muy buena adhesión de polímeros combinada con una energía de gota comparativamente alta permite la impresión industrial y la codificación con altas velocidades en una amplia variedad de productos en la última fase de su procedimiento de producción. El control de la solidificación gradual, que incluye el aumento de densidad preliminar que permite que la gota permanezca donde se aplicó, pero al mismo tiempo permite que la reacción química se complete antes de la solidificación final, hace que esta tecnología sea adecuada para impresión 3D avanzada. La reticulación entre capas individuales permitiría evitar el tipo de fenómenos de anisotropía en el material impreso en 3D final, lo que sería ventajoso en comparación con la gran cantidad de tecnología basada en inyección de tinta 3D existente.

Primera realización

Una primera realización del cabezal 100 de impresión de inyección de tinta según la invención se muestra en una visión general en la figura 1 y en unas vistas detalladas en sección transversal en diferentes variantes en las figuras 2A-2E. Las figuras 2A y 2B muestran la misma vista en sección transversal, pero para mayor claridad se han referenciado diferentes elementos en diferentes figuras.

El cabezal 100 de impresión de inyección de tinta puede comprender uno o más conjuntos 110 de boquillas, cada uno configurado para producir una gota 122 combinada formada de dos gotas 121A, 121B primarias expulsadas desde un par de boquillas 111A, 111B separadas por un separador 131. La realización puede mejorarse utilizando más de dos boquillas. La figura 1 muestra un cabezal con 8 conjuntos 110 de boquillas dispuestos en paralelo para imprimir filas 191 de ocho puntos sobre un sustrato 190. Vale la pena señalar que el cabezal de impresión en realizaciones alternativas puede comprender solo un único conjunto 110 de boquillas o más o menos de 8 conjuntos de boquillas, incluso tanto como 256 conjuntos de boquillas o más para una impresión de mayor resolución.

Cada boquilla 111A, 111B del par de boquillas en el conjunto 110 de boquillas tiene un canal 112A, 112B para conducir el líquido desde un depósito 116A, 116B. En la salida 113A, 113B de la boquilla, el líquido se forma en gotas 121A, 121B primarias como resultado de la operación de los dispositivos 161A, 161B de generación de gotas y de propulsión que se muestran en las figuras 10, 11, 12. Las salidas 113A, 113B de las boquillas son adyacentes a un separador 131 que tiene una sección transversal que se estrecha corriente abajo (preferentemente, en forma de una cuña longitudinal o un cono) que separa las salidas 113A, 113B (en particular, en el plano de las terminaciones de las boquillas) de las boquillas y evita así el contacto indeseable entre las gotas 121A y 121B primarias antes de su descarga completa desde sus respectivas salidas 113A y 113B de las boquillas. Las gotas 121A, 121B primarias expulsadas de las salidas 113A, 113B de las boquillas se desplazan respectivamente una primera trayectoria pA y una segunda trayectoria pB a lo largo del separador 131 hacia su punta 132, en la que se combinan para formar una gota 122 combinada, que se separa de la punta 132 separadora y se desplaza a lo largo de una trayectoria pC de gota combinada hacia la superficie a imprimir. Por lo tanto, el separador 131 funciona como medios para controlar el vuelo de la primera gota 121A primaria y de la segunda gota 121B primaria para permitir que la primera gota 121A primaria se combine con la segunda gota 121B primaria en el punto 132 de conexión en la gota 122 combinada.

La gota 122 combinada, durante el movimiento a lo largo de la trayectoria pC de gota combinada que comienza desde el punto de conexión, se distancia de los elementos del cabezal de impresión. En un ejemplo teórico, tal y como se muestra en la figura 2B, la gota 122 combinada se separa de la punta del separador justo después de que se aleje del punto 132 de conexión. En la práctica, el procedimiento de coalescencia lleva algo de tiempo mientras que toda la sustancia – consistente en primer lugar en dos sustratos que comienzan a mezclarse – se sigue alejando del separador hacia el producto impreso. Esto significa que, de hecho, la gota combinada, en la que la difusión de dos sustratos alcanza la fase que permite que comience la reacción química entre los sustratos primarios, ya está formada después de perder el contacto con los elementos del cabezal de impresión a pesar del hecho de que las gotas primarias sean guiadas por tales elementos hacia el punto de conexión. Existen varias turbulencias posibles dentro de la gota combinada y la gota combinada no tendrá una forma perfectamente redonda desde el comienzo. Por lo tanto, para mayor claridad, puede decirse que la gota combinada está distanciada de los elementos (es decir, paredes de los elementos) del cabezal de impresión durante el movimiento a lo largo de la trayectoria pC de gota combinada que comienza desde el punto de conexión después de desplazarse cierta distancia corta, por ejemplo, una distancia de un diámetro dC de la gota 122 combinada. El mismo tiempo que la trayectoria pC de gota combinada se distancia de los elementos del cabezal de impresión por una distancia mayor que la mitad del diámetro de la gota 122 combinada. Por lo tanto, la gota combinada, después de formarse, no toca ningún elemento del cabezal de impresión, lo que minimiza el riesgo de obstrucción del cabezal de impresión por el material de la gota combinada. Tal obstrucción puede derivarse de una acumulación de residuos de la sustancia combinada que se ha hecho reaccionar, que podría depositarse dentro del cabezal de impresión en el caso de un contacto

indeseable entre la sustancia combinada de reacción sometida a solidificación y los elementos del cabezal de impresión. El cabezal de impresión está construido, por lo tanto, de manera que la gota combinada no toque ningún elemento del cabezal de impresión distinto al elemento que guía las gotas primarias hacia el punto de conexión (en el que el contacto con la gota combinada se efectúa solo al mismo comienzo de la trayectoria de gota combinada).

5 Una vez que la gota combinada se separa del elemento de guía, no entra en contacto con los otros elementos del cabezal de impresión. Por lo tanto, una vez que se ha iniciado la reacción química en la cámara de reacción y continúa durante el movimiento de la gota combinada a lo largo de su trayectoria, la gota combinada no hace contacto con ningún elemento del cabezal de impresión. Estas relaciones también se mantienen para las otras realizaciones.

10 Los líquidos suministrados desde los dos depósitos 116A, 116B son un primer líquido (preferentemente una tinta) y un segundo líquido (preferentemente un catalizador para iniciar el curado de la tinta). Esto permite el inicio de una reacción química entre el primer líquido de la primera gota 121A primaria y el segundo líquido de la segunda gota 121B primaria para el curado de la tinta en la gota 122 combinada antes de que llegue a la superficie a imprimir, de forma que la tinta puede adherirse más fácilmente a la superficie impresa y/o curarse más rápidamente en la

15 superficie impresa.

La reacción química se inicia en el punto 132 de conexión (en el que la primera trayectoria se cruza con la segunda trayectoria) dentro de una cámara de reacción, que en esta realización está formada por la cubierta 181 del cabezal de impresión.

20 Por ejemplo, la tinta puede comprender éster de ácido acrílico (de 50 a 80 partes en peso), ácido acrílico (de 5 a 15 partes en peso), pigmento (de 3 a 40 partes en peso), tensioactivo (de 0 a 5 partes en peso), glicerina (de 0 a 5 partes en peso), modificador de la viscosidad (de 0 a 5 partes en peso). El catalizador puede comprender un agente de curado basado en azaridina (de 30 a 50 partes en peso), pigmento (de 3 a 40 partes en peso), tensioactivo (de 0 a 5 partes en peso), glicerina (de 0 a 5 partes en peso), modificador de la viscosidad (de 0 a 5 partes en peso),

25 solvente (de 0 a 30 partes en peso). Los líquidos pueden tener una viscosidad de 1 a 30 mPas y una tensión superficial de 20 a 50 mN/m. También se pueden usar otras tintas y catalizadores conocidos de la técnica anterior. Preferentemente, el solvente asciende a un máximo del 10 %, preferentemente un máximo del 5 % en peso de la gota combinada. Esto permite disminuir significativamente el contenido del solvente en el procedimiento de impresión, lo que hace que la tecnología según la invención sea más ecológica que las tecnologías CIJ actuales, en las que el contenido de solventes suele exceder el 50 % de la masa total de la gota durante el procedimiento de

30 impresión. Por esta razón, la presente invención se considera una tecnología verde.

En la primera variante de la primera realización, como se muestra en las figuras 2A y 2B, la gota de tinta se combina con la gota de catalizador dentro de la cámara 181 de reacción, en particular, en la punta 132 separadora. Sin embargo, la construcción del cabezal es tal que las salidas 113A, 113B de las boquillas están separadas entre sí por el separador 131 y, por lo tanto, la tinta y el catalizador no se mezclarán directamente en las salidas 113A, 113B de las boquillas, lo que evita que las salidas 113A, 113B de las boquillas se obstruyan. Una vez que las gotas se combinan en una gota 122 combinada, se minimiza el riesgo de obstrucción de la punta 132 separadora, ya que la punta 132 separadora tiene una superficie pequeña y la energía cinética de la gota 122 combinada en movimiento es lo suficientemente alta para separar la gota 122 combinada de la punta 132 separadora. El separador 131 guía las gotas 121A, 121B a lo largo de su superficie, por lo tanto, las gotas 121A, 121B son guiadas de una manera controlada y predecible hasta que se encuentran entre sí. Permite un control mucho mejor sobre el procedimiento de coalescencia de dos gotas primarias, así como el control sobre la dirección en que seguirá la gota combinada después de su descarga desde la punta 132 separadora. Por lo tanto, es fácil controlar la colocación de las gotas de la gota 122 combinada en la superficie que se imprimirá. Incluso si, debido a las diferencias en tamaño o densidad o energía cinética de las gotas 121A, 121B primarias, la gota 122 combinada no saldría del cabezal perpendicularmente (como se muestra en las figuras 2A y 2B), sino en un ángulo inclinado, ese ángulo sería relativamente constante y predecible para todas las gotas, por lo tanto, podría tenerse en cuenta durante el procedimiento de impresión. Incluso gotas relativamente grandes, como las utilizadas por ejemplo en impresoras de inyección de tinta basadas en válvulas de baja resolución, se pueden combinar debido al uso del separador 131 de una manera más predecible que en las soluciones de la técnica anterior en la que las gotas se combinan en vuelo

35 fuera del cabezal de impresión.

Por lo tanto, el separador 131 funciona como una guía para las gotas 121A, 121B primarias dentro de la cámara de reacción desde la salida 113A, 113B de la boquilla a un punto de conexión, es decir, la punta 132 del separador. La punta 132 del separador restringe la libertad de combinación de las gotas 121A, 121B primarias en una gota 122 combinada, es decir, la gota combinada puede formarse solo debajo de la punta 132 del separador, lo que afecta a su trayectoria adicional de desplazamiento hacia abajo, hacia la abertura en la cubierta 181.

40

45

50

55

Las boquillas 112a, 112b tienen dispositivos 161A, 161B de generación y propulsión de gotas para la expulsión de las gotas, que están marcados solamente de forma esquemática en las figuras 2A y 2B, y sus tipos representados esquemáticamente se muestran en las figuras 10 a 12. Los dispositivos de generación y propulsión de gotas pueden ser, por ejemplo, de tipo térmico (figura 10), piezoeléctrico (figura 11) o de válvula (figura 12). En el caso de la válvula, el líquido tendría que ser entregado a la presión adecuada.

60

- 5 El separador 131 como se muestra en las figuras 2A y 2B, es simétrico, es decir, los ángulos de inclinación α_A , α_B de sus paredes 114A, 114B laterales son los mismos con respecto al eje del cabezal 100 o de la disposición 110 de boquillas. En realizaciones alternativas, el separador puede ser asimétrico, es decir, los ángulos α_A , α_B pueden ser diferentes, dependiendo de los parámetros de los líquidos suministrados desde las salidas 113A, 113B de las boquillas.
- Los ángulos de inclinación α_A , α_B son posibles de 0 a hasta 90 grados, preferentemente de 5 a 75 grados, y más preferentemente de 15 a 45 grados.
- 10 Preferentemente, el ángulos de inclinación β_A , β_B de los canales 112A, 112B de las boquillas (que son en esta realización igual a los ángulos de expulsión γ_A , γ_B en el que las gotas primarias se expulsan de los canales de las boquillas) no son más pequeños (como se muestra en la figura 2B) que los ángulos de inclinación α_A , α_B de las paredes 114A, 114B correspondientes del separador, de modo que las gotas 121A, 121B primarias expulsadas se fuerzan para entrar en contacto con las paredes 114A, 114B del separador.
- El separador 131 puede ser reemplazable, lo que permite el montaje del cabezal 110 con un separador 131 que tiene parámetros que corresponden al tipo de líquido utilizado para la impresión.
- 15 El separador 131 tiene preferentemente una longitud L_A , L_B de su pared lateral 114A, 114B, respectivamente, medida desde la salida 113A, 113B (es decir, desde el plano de la terminación de la salida de la boquilla) de la boquilla a la punta del separador 132, no más corto que el diámetro d_A , d_B de la gota 121A, 121B primaria que sale de la salida 113A, 113B de la boquilla en esa pared 114A, 114B lateral. Esto evita que las gotas 121A, 121B primarias se fusionen antes de que salgan de las salidas 113A, 113B de las boquillas.
- 20 La superficie del separador 131 tiene preferentemente un bajo coeficiente de fricción para proporcionar una baja adhesión de las gotas 121A, 121B, 122, tal como para no limitar su movimiento y no introducir rotación giratoria de las gotas 121A, 121B primarias. Además, las paredes laterales del separador 131 están inclinadas de manera que tengan un alto ángulo de humectación entre las paredes laterales y las gotas primarias, tal como para disminuir la adhesión. Para disminuir la adhesión entre el separador y las gotas 121A, 121B, 122, el separador y/o las salidas 25 113A, 113B de las boquillas pueden calentarse a una temperatura superior a la temperatura del entorno. Los líquidos en los depósitos 116A, 116B también pueden precalentarse. La temperatura incrementada de los fluidos de trabajo (es decir, tinta y catalizador) también puede conducir a un procedimiento de coalescencia mejorado de las gotas primarias, y preferentemente aumentar la adhesión y disminuir el tiempo de curado de la gota 122 combinada cuando se aplica sobre el sustrato.
- 30 Como se muestra en la figura 1, el separador 131 puede ser común para una pluralidad de conjuntos 110 de boquillas. En realizaciones alternativas, cada conjunto 110 de boquillas puede tener su propio separador 131 y/o cubierta 181 o un subgrupo de conjuntos 110 de boquillas puede tener su propio separador 131 común y/o cubierta 181.
- 35 El cabezal de impresión puede comprender además una cubierta 181 que protege los componentes del cabezal, en particular, la punta 132 del separador y las salidas 113A, 113B de las boquillas, desde el entorno, por ejemplo, impide que se toquen por el usuario o el sustrato impreso.
- 40 Por otra parte, la cubierta 181 puede comprender elementos 182 de calentamiento para calentar el volumen dentro de la cámara 181 de reacción, es decir, el volumen circundante de las salidas 113A, 113B de las boquillas y el separador 131 a una temperatura predeterminada, por ejemplo, de 40 °C a 60 °C (también son posibles otras temperaturas, dependiendo de los parámetros de las gotas), para proporcionar condiciones estables para la combinación de las gotas. Un sensor 183 de temperatura puede colocarse dentro de la cubierta 181 para detectar la temperatura.
- 45 Por otra parte, el cabezal 110 de impresión puede comprender boquillas 119A, 119B de suministro de gas para el soplado de gas (tal como aire o nitrógeno), preferentemente calentado a una temperatura superior a la temperatura ambiente o mayor que la temperatura de los líquidos en el primer y segundo depósitos (es decir, a una temperatura superior a la temperatura de la primera y la segunda gota generada), hacia la punta 132 del separador, para disminuir el tiempo de curado, aumentar la dinámica de movimiento de las gotas y eliminar cualquier residuo que pudiera formarse en las salidas 113A, 113B de las boquillas en la punta 132 del separador. En esta realización, así como en las otras realizaciones descritas a continuación, las corrientes de gas pueden generarse de manera 50 intermitente, durante al menos el tiempo de vuelo de la gota combinada a través del cabezal de impresión desde el punto de conexión en la cámara de reacción hasta la salida del cabezal de impresión, que permite controlar mediante las corrientes de gas el vuelo de la gota combinada. Además, las corrientes de gas pueden generarse de manera intermitente, al menos durante un tiempo, ya que las gotas primarias salen de las salidas de las boquillas hasta que la gota combinada sale por la salida del cabezal de impresión, lo que permite controlar mediante las 55 corrientes de gas el vuelo de las gotas primarias y de la gota combinada. Además, las corrientes de gas pueden seguir soplando después de que la gota combinada sale del cabezal de impresión, por ejemplo, incluso durante unos segundos después de que finalice la impresión (es decir, después de que se genere la última gota), para limpiar los componentes del cabezal de impresión de cualquier residuo del primer líquido, segundo líquido o su combinación. La

corriente de gas también puede generarse y entregarse de manera continua.

Por lo tanto, esta realización se puede utilizar en el procedimiento de impresión por goteo bajo demanda para descargar la primera gota 121A primaria del primer líquido para moverse a lo largo de la primera trayectoria y para descargar la segunda gota 121B primaria del segundo líquido para moverse a lo largo de la segunda trayectoria; y controlar, por medio del separador, el vuelo de la primera gota 121A primaria y la segunda gota 121B primaria para combinar la primera gota 121A primaria con la segunda gota 121B primaria en el punto 132 de conexión dentro de la cámara 181 de reacción dentro del cabezal de impresión, de modo que se inicie una reacción química dentro de un entorno controlado de la cámara 181 de reacción entre el primer líquido de la primera gota 121A primaria y el segundo líquido de la segunda gota 121B primaria.

10 La segunda variante de la primera realización, como se muestra en la figura 2C, se diferencia de la primera variante de la figura 2A en que un tubo 141 de una sección transversal que se estrecha está formada en la abertura de salida de la cubierta 181, es decir, en la salida de la cámara de reacción. La salida corriente abajo del tubo 141 tiene preferentemente una sección transversal de un diámetro al menos ligeramente mayor (por ejemplo, al menos 110 % o al menos 150 % o al menos dos veces mayor) que el diámetro deseado de la gota 122 combinada corriente abajo.

15 La cuarta variante de la primera realización, como se muestra en la figura 2E, difiere de la primera variante de las figuras 2A-2B y de la segunda variante de la figura 2C en que el separador 131E tiene una punta 132E truncada, de manera que las gotas primarias solamente se guían desde las salidas de las boquillas hacia el punto de conexión, pero ya no están en contacto con el separador 131E en el punto de conexión. En ese caso, el procedimiento de coalescencia se produce sin restricciones en el punto de conexión, pero se controla al menos parcialmente porque las gotas primarias han sido guiadas por las paredes laterales del separador, de modo que su dirección se establece con mayor precisión en comparación con las gotas que hubieran sido descargadas directamente desde las salidas de las boquillas y no guiadas en su trayectoria hacia el punto de conexión. corriente abajo Incluso una forma muy corta de separador siendo la longitud de las paredes laterales no menor que el diámetro de la gota primaria tiene una función muy importante a parte de la de guiar la gota primaria. Esta función consiste en evitar el contacto accidental indeseable entre los sustratos primarios en las proximidades de las salidas de las boquillas, lo que puede dar como resultado que un residuo de la acumulación de reacción combinada sometida a solidificación conduzca a la obstrucción de las boquillas. Tal contacto indeseable podría derivar, por ejemplo, de vibraciones exteriores durante el procedimiento de impresión, lo que puede suceder especialmente en las aplicaciones de impresión industrial.

30 **Segunda realización**

Una primera variante de la segunda realización del cabezal 200 de impresión de inyección de tinta según la invención se muestra en una visión general en la figura 3. Las figuras 4A y 4B muestran la misma vista en sección transversal longitudinal, pero para mayor claridad se han referenciado diferentes elementos en diferentes figuras. La figura 5 muestra una vista en sección transversal longitudinal a lo largo de una sección paralela a la de las figuras 4A y 4B. La figura 6 muestra varias vistas en sección transversal.

El cabezal 200 de impresión de inyección de tinta puede comprender uno o más conjuntos 210 de boquillas, cada uno configurado para producir una gota 222 combinada formada de dos gotas 221A, 221B primarias expulsadas desde un par de boquillas 211A, 211B. La figura 3 muestra un cabezal con una pluralidad de conjuntos 210 de boquillas dispuestos en paralelo para imprimir filas 291 de múltiples puntos sobre un sustrato 290. Vale la pena señalar que el cabezal de impresión puede comprender solo un único conjunto 210 de boquillas, o incluso tanto como 256 conjuntos de boquillas o más.

Cada boquilla 211A, 211B del par de boquillas en el conjunto 210 de boquillas tiene un canal 212A, 212B para conducir el líquido desde un depósito 216A, 216B. En la salida 213A, 213B de la boquilla, el líquido forma una gota 221A, 221B primaria. En la salida 213A, 213B de la boquilla, el líquido se forma en gotas 221A, 221B primarias como resultado de la operación de los dispositivos 261A, 261B de generación de gotas y de propulsión que se muestran en las figuras 10, 11, 12. Las salidas 213A, 213B de las boquillas están adyacentes a un separador 231 con forma cónica que separa las salidas 213A, 213B de las boquillas. Las gotas primarias expulsadas de las salidas 213A, 213B de las boquillas se desplazan respectivamente una primera trayectoria y una segunda trayectoria a lo largo del separador 231 hacia su punta 232, en la que se combinan para formar una gota 222 combinada, que se separa de la punta 232 separadora y se desplaza hacia la superficie a imprimir.

Las gotas 221A, 221B primarias son guiadas a lo largo de la superficie del separador 231 por las corrientes 271A, 271B de gas (tal como aire o nitrógeno, proporcionado desde una entrada 219 de gas a presión, que tiene una presión preferentemente de 5 bar) dentro de un recinto 241 primario. La forma del recinto 241 primario en su parte superior ayuda a dirigir la corriente de gas a lo largo de las boquillas 211A, 211B y guía las gotas desde las salidas 213A, 213B de las boquillas 211A, 211B hacia el punto de conexión en la punta 232 del separador, en la que se unen para formar la gota 222 combinada. Por lo tanto, para todas las realizaciones, el punto de conexión puede considerarse como cualquier punto en la trayectoria de las gotas primarias, comenzando desde el punto en que comienza la coalescencia, a través de puntos en los que se desarrolla la coalescencia, hacia un punto en el que termina la coalescencia, es decir, la gota combinada se forma a su forma final. Es importante que el separador guíe

las gotas hacia ese punto de conexión. Preferentemente, en el punto de conexión, la libertad de combinación de las gotas primarias en una gota combinada está restringida, para ayudar al desarrollo de la gota combinada.

Las boquillas 212A, 212B tienen dispositivos 261A, 261B de generación y propulsión de gotas para la expulsión de las gotas, que están marcados solamente de forma esquemática en las figuras 4A y 4B, y sus tipos representados esquemáticamente se muestran en las figuras 10-12. Los dispositivos de generación y propulsión de gotas pueden ser, por ejemplo, de tipo térmico (figura 10), piezoeléctrico (figura 11) o de válvula (figura 12). En el caso de la válvula, el líquido tendría que ser entregado a la presión adecuada.

El recinto 241 primario tiene secciones de diferentes formas. La primera sección 243, que está situada más abajo (es decir, hacia la dirección de flujo de la gota 222 combinada) tiene preferentemente una sección transversal constante, redonda de un diámetro D1 al menos ligeramente mayor (por ejemplo, al menos 110 % o al menos 150 % o al menos dos veces mayor) que el diámetro deseado dC de la gota 222 combinada. Preferentemente, la sección transversal de la primera sección 243, preferentemente no es menor que al menos el 110 % de la sección transversal de la gota 222 combinada, de manera que la gota 222 combinada no toque las paredes del recinto 241 primario. Por lo tanto, a la salida del recinto 241 primario en el extremo corriente abajo de la primera sección 243, se forma un tipo de boquilla de gota combinada, a través de la cual se empuja la gota gracias a su energía cinética mejorada por gas en movimiento. Esto mejora la precisión de su movimiento directamente hacia adelante, lo que facilita la colocación precisa de las gotas, lo que a su vez mejora la calidad de impresión. La segunda sección 244 (del recinto 241 primario) está situada entre la primera sección 243 y las salidas 213A, 213B de las boquillas y tiene un diámetro que aumenta aguas arriba (es decir, opuesto a la dirección del flujo de gotas), de modo que su diámetro aguas arriba abarca las salidas 213A, 213B de las boquillas y deja algo de espacio para que el gas 271A, 271B fluya entre las paredes del recinto y las salidas 213A, 213B de las boquillas. Al mismo tiempo, la sección transversal del recinto 241 primario cambia aguas arriba de redonda a elíptica, ya que la anchura de la sección transversal aumenta más con la longitud aguas arriba, que su profundidad (véase la sección transversal E-E en la figura 6). Las paredes internas de la segunda sección 244 convergen corriente abajo, por lo tanto, la corriente 271A, 271B de gas que fluye forma un manguito de gas externo que impulsa las gotas 221A, 221B, 222 hacia el centro del recinto 241.

El recinto 241 primario puede comprender además una tercera sección 245 situada aguas arriba de la segunda sección, que tiene paredes internas en paralelo a las paredes externas de las boquillas 211A, 211B. Como es más claramente visible en la sección transversal B-B (mostrada solamente para la parte izquierda) de la figura 6, la boquilla 211A está rodeada por el recinto 241 primario y separada de la boquilla 211B por el elemento 233 de bloqueo, de modo que la corriente 271A de gas fluye solo en la periferia exterior de las boquillas 211A, 211B, pero no entre las boquillas 211A, 211B, en las que es bloqueado por el elemento 233 de bloqueo, que a continuación forma el separador 231.

La corriente de gas 271A, 271B que es guiada por esta sección está en paralelo a la dirección de expulsión de las gotas 221A, 221B primarias de las salidas 213A, 213B de las boquillas. La dirección paralela del gas que fluye estabilizado antes de su contacto con las gotas primarias mejora el control sobre la trayectoria del flujo de gotas, comenzando desde las salidas 213A, 213B de las boquillas, ya que desde el momento de la descarga su flujo es soportado en términos de energía y dirección mediante el gas que fluye. Vale la pena observar que la forma del recinto 241 primario está diseñada preferentemente de tal manera que mejora la velocidad apropiada del flujo de gas a través de las secciones respectivas, es decir, 245, 244, 243. La velocidad del gas que fluye es preferentemente mayor que la velocidad de la gota precisamente en el área de las salidas de las boquillas, que está cerca del extremo de la sección 245, preferentemente al menos no más baja que la velocidad de la gota en el área de la sección 244 y más alta de nuevo en la boquilla 243, en la que el flujo se verá forzado a ser de mayor velocidad nuevamente debido a la superficie de sección transversal más pequeña del canal de salida, es decir, la boquilla 243. Tal diseño dejaría espacio para ajustes momentáneos de compensación de la presión del gas mientras que, durante el breve instante, el flujo de gas a través de la boquilla 243 se ralentizaría al pasar la gota 222 combinada. Este aumento momentáneo de presión en la sección 244 añadiría preferentemente más energía cinética a la gota 222 al salir de la boquilla 243.

En cualquier caso, en la segunda sección 244 del recinto 241 primario, la corriente 271A, 271B de gas está configurada preferentemente para fluir con una velocidad lineal no menor que la velocidad de las gotas 221A, 221B de tinta primarias expulsadas de las salidas 213A, 213B de las boquillas. La temperatura del gas puede aumentarse para permitir una mejor coalescencia y mezcla de las gotas 221A, 221B primarias, disminuyendo la tensión superficial y la viscosidad de la tinta y el agente de curado (iniciador de la polimerización). La geometría de la primera sección 243 con respecto a la segunda sección 244, especialmente la disminución de la superficie de la sección transversal de la sección 243 frente a la sección 244, está diseñada de manera que el gas aumenta su velocidad, preferentemente de 5 a 20 veces, aumentando así la cinética energía de la gota 222 combinada y estabilizando el flujo de la gota 222 combinada.

Por lo tanto, el separador 231 y las corrientes 271A, 271B del gas funcionan como medios para controlar el vuelo de la primera gota 221A primaria y de la segunda gota 221B primaria para permitir que la primera gota 221A primaria se combine con la segunda gota 221B primaria en el punto 232 de conexión en la gota 222 combinada.

Los líquidos suministrados desde los dos depósitos 216A, 216B son un primer líquido (preferentemente una tinta) y

un segundo líquido (preferentemente un catalizador para iniciar el curado de la tinta), como se describe con referencia a la primera realización. Esto permite el inicio de una reacción química entre el primer líquido de la primera gota 221A primaria y el segundo líquido de la segunda gota 221B primaria para el curado de la tinta en la gota 222 combinada antes de que llegue a la superficie a imprimir, de forma que la tinta puede adherirse más fácilmente a la superficie impresa y/o curarse más rápidamente en la superficie impresa.

La reacción química se inicia en el punto 232 de conexión (en el que la primera trayectoria se cruza con la segunda trayectoria) dentro de una cámara de reacción, que en esta realización está formada por el recinto 241 primario.

En la segunda realización, la gota de tinta se combina con la gota de catalizador dentro de la cámara 241 de reacción, es decir, antes de que la gota 222 combinada salga del recinto 241 primaria. La construcción del cabezal es tal que las salidas 213A, 213B de las boquillas están separadas entre sí por el separador 231, que no permite que las gotas 221A, 221B primarias se combinen en las salidas 213A, 213B de las boquillas. Por lo tanto, la tinta y el catalizador no se mezclarán directamente en las salidas 213A, 213B de las boquillas, y la gota 222 combinada no tocará ningún elemento del cabezal de impresión durante su flujo a lo largo de la trayectoria de gota combinada, lo que evita que las salidas 213A, 213B de las boquillas se obstruyan. Una vez que las gotas se combinan en una gota 222 combinada, no hay riesgo de obstrucción del recinto 241 primario en el punto de conexión o corriente abajo del recinto 241, ya que la gota 222 combinada ya está separada de las salidas 213A, 213B de las boquillas y la corriente 271A, 271B de gas (que preferentemente fluye continuamente) puede eliminar efectivamente cualquier residuo que se pegue al separador 231 o a las paredes del recinto 241 antes de la solidificación. El recinto 241 guía las gotas 221A, 221B, 222 hacia su eje, por lo tanto, las gotas 221A, 221B, 222 son guiadas de una manera controlada y predecible. Por lo tanto, es fácil controlar la colocación de las gotas de la gota 222 combinada en la superficie que se imprimirá. Incluso si, debido a las diferencias en tamaño o densidad de las gotas 221A, 221B primarias, la gota 222 combinada tendería a desviarse del eje del recinto 241 primario, se alineará con su eje en el extremo del recinto 241, y por lo tanto salir del recinto 241 a lo largo de su eje. Por lo tanto, incluso gotas de tamaño relativamente grande y gotas primarias que tienen diferentes tamaños se pueden combinar debido al uso del recinto 241 primario de una manera más predecible que en las soluciones de la técnica anterior, en la que las gotas se combinan en vuelo fuera del cabezal de impresión.

Por lo tanto, el separador 231 y el recinto 241 primario funcionan como una guía para las gotas 221A, 221B primarias dentro de la cámara de reacción desde la salida 213A, 213B de la boquilla a un punto 232 de conexión. El separador 231 y la primera sección 243 del recinto primario restringen la libertad de combinación de gotas 221A, 221B primarias en una gota 222 combinada, y el separador 231 y la primera sección 243 impactan la trayectoria adicional de desplazamiento de la gota 222 combinada - hacia abajo, hacia la salida de la primera sección 243.

El separador 231 puede tener las mismas propiedades que el separador 131 que se describe para la primera realización.

Los ángulos de inclinación β_A , β_B de los canales 212A, 212B de las boquillas (que son en esta realización también los ángulos de expulsión γ_B , γ_B en el que las gotas primarias se expulsan de los canales de las boquillas) como se muestra en las figuras 4A y 4B son los mismos que los ángulos de inclinación α_A , α_B de las paredes laterales del separador 231, de modo que las gotas 221A, 221B primarias son expulsadas de las boquillas en paralelo a las paredes del separador. En realizaciones alternativas, pueden ser mayores que los ángulos de inclinación α_A , α_B correspondientes de las paredes del separador, de modo que las gotas 221A, 221B primarias expulsadas se fuerzan en contacto con las paredes del separador.

Sin embargo, una realización alternativa es posible, en la que los ángulos de inclinación β_A , β_B de los canales 212A, 212B de las boquillas y los ángulos de expulsión γ_B , γ_B son más pequeños que los ángulos de inclinación α_A , α_B de las paredes laterales del separador 231, que puede hacer que las gotas primarias expulsadas se separen de las paredes laterales del separador 231 y se combinen más corriente abajo, es decir, debajo de la punta del separador. En tal caso, el separador 231 funciona como una guía para las gotas 221A, 221B primarias solo parcialmente y su función principal es separar las salidas 213A, 213B de las boquillas para evitar que se obstruyan. En ese caso, es principalmente la corriente 271A, 271B de gas formada por las paredes interiores del recinto 241 preliminar que actúa de esta manera (es decir, a través de gas móvil) como medios para guiar las gotas 221A, 221B primarias dentro de la cámara 241 de reacción desde la salida 213A, 213B de la boquilla a un punto de conexión. La libertad de combinación de las gotas 221A, 221B primarias en la gota 222 combinada en el punto de conexión también está restringida por la fuerza de la corriente 271A, 271B de gas formada por las paredes internas del recinto 241 primario.

Las boquillas 212a, 212b mostradas en la figura 4A son simétricas, es decir, sus ángulos de inclinación β_A , β_B , y los ángulos expulsión γ_B , γ_B son los mismos con respecto al eje del cabezal 200 o de la disposición 210 de boquilla. En realizaciones alternativas, las boquillas 212A, 212B pueden ser asimétricas, es decir, los ángulos β_A , β_B o γ_B , γ_B pueden ser diferentes, dependiendo de los parámetros de los líquidos suministrados desde las salidas 213A, 213B de las boquillas.

Los ángulos de inclinación β_A , β_B y los ángulos de expulsión γ_B , γ_B puede ser de 0 a 90 grados, preferentemente de 5 a 75 grados, y más preferentemente de 15 a 45 grados.

El recinto 241 primario puede ser reemplazable, lo que permite el montaje del cabezal 210 con un recinto 241 que tiene parámetros que corresponden al tipo de líquido utilizado para la impresión. Por ejemplo, se pueden usar recintos 241 de diferentes diámetros D1 de la primera sección 243, dependiendo de las características y del tamaño reales, así como de la velocidad de salida deseada de la gota 222 combinada. Los ángulos de inclinación β_A , β_B de las boquillas 211A, 211B pueden ser ajustables, para ajustar el conjunto 210 de boquillas a los parámetros de los líquidos almacenados en los depósitos 216A, 216B.

La primera sección 243 del recinto 241 primario tiene preferentemente una longitud L1 no más corta que el diámetro dC de la gota 222 combinada, y preferentemente la longitud L1 igual a unos pocos diámetros dC de la gota 222 combinada, para establecer su trayectoria de movimiento precisamente para un control preciso de colocación de las gotas.

La superficie interna del recinto 241 primario, especialmente en la primera sección 243 y en la segunda sección 244 tiene preferentemente un coeficiente de fricción bajo y de baja adherencia para evitar que las gotas 221A, 221B, 222 o residuos de su combinación se adhieran a la superficie, ayudando a mantener el dispositivo limpio y permitiendo que los eventuales residuos sean expulsados por la corriente 271A, 271B de gas. Además, las paredes internas del recinto 241 primario están inclinadas para proporcionar un ángulo de contacto bajo entre las paredes laterales y las gotas primarias, que podrían golpear accidentalmente las paredes internas, como para disminuir la adhesión y facilitar el rebote de las gotas. Para evitar cualquier residuo, las paredes laterales del separador y del recinto primario son lisas con terminaciones de bordes afilados, preferentemente cubiertas de material que tiene un alto ángulo de contacto con el líquido de las gotas primarias. La corriente de gas evita preferentemente que cualquier partícula del entorno exterior contamine el interior del recinto 243 primario.

El cabezal de impresión puede comprender, además, un recinto 251 secundario que rodea el recinto 241 primario y tiene una forma correspondiente al recinto 241 primario, pero una anchura mayor de la sección transversal, de manera que una segunda corriente 272 de gas, suministrada desde la entrada 219 de gas presurizado puede rodear la salida de la primera sección 243 del recinto 241 primario, de modo que la gota 222 combinada que sale del recinto 241 primario se guía adicionalmente corriente abajo para facilitar el control de su trayectoria. La corriente 272 de gas puede aumentar aún más su velocidad en el área de la segunda sección 253 de salida debido a su forma, y así acelerar aún más la gota 222 que sale del recinto 241 primario. La superficie de la sección transversal de la corriente 272 de gas disminuye hacia abajo, lo que causaría que la corriente 272 de gas alcanzara la velocidad no menor, sino preferentemente mayor que la de la gota 222 combinada en el momento de abandonar la sección 243 del recinto 241 primario. Para aumentar aún más la velocidad de la gota, la sección transversal de la segunda sección 253 de salida del recinto 251 secundario, que se encuentra entre la salida del recinto primario y la primera sección 252 de salida del recinto secundario, está disminuyendo preferentemente corriente abajo tal como dirigir la corriente 272 de gas hacia el eje central. La primera sección 252 de salida del recinto 251 secundario tiene preferentemente una sección transversal redonda y un diámetro D2 que es preferentemente mayor (preferentemente, al menos 2 veces mayor) que el diámetro D1 de la salida de la sección 243 del recinto primario, de modo que la gota 222 combinada no toca el lado interno de todo el recinto 251 secundario para evitar la obstrucción y es guiada por las corrientes (ahora combinadas) de gas 271A, 271B, 272 entre la gota 222 combinada y las paredes laterales del recinto 251 secundario. Además, el recinto secundario puede tener perforaciones (aberturas) 255 en la primera sección 252 de salida, para ayudar en la descompresión de la corriente de gas en una dirección distinta a la dirección de flujo de la gota combinada. Preferentemente, el diámetro D2 es al menos 2 veces mayor que el diámetro dC de la gota combinada. Preferentemente, la longitud L2 de la primera sección 252 de salida es de cero a un múltiplo de diámetros dC de la gota 222 combinada, tal como 10, 100 o incluso 1000 veces el diámetro dC, para guiar la caída de una manera controlable y proporcionarle la energía cinética deseada. Esto puede aumentar significativamente la distancia a la que la gota 222 combinada puede ser expulsada del cabezal de impresión y aun así mantener la colocación precisa de la gota sobre la superficie impresa, lo que permite imprimir objetos de superficie variable. Además, esto puede permitir expulsar gotas formando un ángulo con el vector de gravedad, manteniendo un control de colocación de gotas satisfactorio. Además, la longitud L2 relativamente alta puede permitir que la gota combinada se cure previamente antes de alcanzar el sustrato 290.

En las secciones 252, 253 de salida del recinto 251 secundario el gas aumenta su velocidad, disminuyendo así su presión y, en consecuencia, reduciendo su temperatura. Esto puede causar el aumento de la velocidad y la disminución de la temperatura de la gota 222 combinada, que permanece dentro de la corriente de gas. Bajar la temperatura de la gota 222 combinada puede aumentar su viscosidad y adhesión, lo que es deseable en el momento de alcanzar el sustrato mediante la gota, ayudando a que la gota permanezca en el punto objetivo y evite que fluya lateralmente.

La segunda realización puede comprender además una cubierta 281, que tiene la configuración y la funcionalidad como se describe para la cubierta 181 de la primera realización, incluyendo los elementos de calentamiento y el sensor de temperatura (no mostrado para mayor claridad del dibujo).

Por lo tanto, esta realización se puede utilizar en el procedimiento de impresión por goteo bajo demanda para descargar la primera gota 221A primaria del primer líquido para moverse a lo largo de la primera trayectoria y para descargar la segunda gota 221B primaria del segundo líquido para moverse a lo largo de la segunda trayectoria; y controlar, por medio de la superficie del separador (es decir, mediante una superficie de un elemento de cabezal de

impresión) y las corrientes de gas, el vuelo de la primera gota 221A primaria y la segunda gota 221B primaria para combinar la primera gota 221A primaria con la segunda gota 221B primaria en el punto 232 de conexión dentro de la cámara 241 de reacción dentro del cabezal de impresión, de modo que se inicie una reacción química dentro de un entorno controlado de la cámara 241 de reacción entre el primer líquido de la primera gota 221A primaria y el segundo líquido de la segunda gota 221B primaria.

La segunda variante de la segunda realización, como se muestra en la figura 4C, se diferencia de la primera variante de la figura 4A en que las paredes laterales del separador 231C están ligeramente desplazadas (no adyacentes) de las paredes laterales internas de las salidas de las boquillas, de modo que las gotas 221A, 221B primarias que se descargan no están inmediatamente en contacto con las paredes laterales del separador 231C. En ese caso, se forma una fina capa de gas entre las paredes laterales del separador 231C y las gotas 221A, 221B primarias. Sin embargo, dado que el separador 231C restringe la libertad de flujo de gas y, por lo tanto, la libertad de flujo de las gotas primarias desde las salidas de las boquillas hacia el punto de conexión, el separador 231C puede considerarse que guía indirectamente las gotas primarias. De forma similar a la variante de la primera realización mostrada en la figura 2E, es principalmente el extremo tubular de estrechamiento corriente abajo del recinto 241 primario, junto con las corrientes 271A, 271B de gas que lo separan de las paredes del recinto 241 primario, lo que restringe la libertad de combinación de las gotas primarias en una gota 222 combinada en el punto de conexión y/o modela la gota combinada y alinea su eje de flujo de salida.

Tercera realización

La tercera realización del cabezal 300 se muestra esquemáticamente en una sección transversal longitudinal en la figura 7. Tiene la mayoría de sus características en común con la segunda realización, con las siguientes diferencias.

En la primera sección 343 del recinto 341 primario y en la primera sección 352 del recinto 351 secundario, hay electrodos 362, 363 de carga que aplican carga electrostática a la gota 322 combinada.

Por otra parte, corriente abajo, detrás de la primera sección 352 de salida del recinto 351 secundario hay electrodos 364A, 364B de desviación que desvían la dirección del flujo de las gotas 322 cargadas en una dirección controlable. De ese modo, la colocación de la gota 322 puede ser controlada de manera efectiva. Para permitir el cambio de la trayectoria de salida de las gotas 322 desde el interior del cabezal 300, la abertura 381O de salida de la cubierta 381 tiene una anchura apropiada para que la gota 322 desviada no entre en contacto con la cubierta 381.

Los electrodos 362, 363 de carga y los electrodos 364A, 364B de desviación pueden ser diseñados de una manera conocida en la técnica de la tecnología CIJ y, por lo tanto, no requieren más aclaraciones sobre detalles.

Los otros elementos, que tienen números de referencia que empiezan con 3 (3xx) corresponden a los elementos de la segunda realización, que tienen números de referencia partiendo de 2 (2xx).

Cuarta realización

Una cuarta realización del cabezal 400 de impresión de inyección de tinta según la invención se muestra en la figura 8 en una vista detallada en sección transversal. A menos que se especifique lo contrario, la cuarta realización comparte características comunes con la primera realización.

El cabezal 400 de impresión de inyección de tinta puede comprender uno o más conjuntos de boquillas, cada uno configurado para producir una gota 422 combinada formada de dos gotas 421A, 421B primarias expulsadas desde un par de boquillas 411A, 411B separadas por un separador 431. La realización puede mejorarse utilizando más de dos boquillas. Cada boquilla 411A, 411B del par de boquillas en el conjunto de boquillas tiene un canal 412A, 412B para conducir el líquido desde un depósito 416A, 416B. En la salida 413A, 413B de la boquilla, el líquido se forma en gotas 421A, 421B primarias como resultado de la operación de los dispositivos 461A, 461B de generación de gotas y de propulsión que se muestran en las figuras 10, 11, 12. Las salidas 413A, 413B de las boquillas están separadas por un separador 431 que tiene una sección transversal que se estrecha corriente abajo que separa las salidas 413A, 413B de las boquillas y evita así el contacto indeseable entre las gotas 421A y 421B primarias antes de su descarga completa desde sus respectivas salidas 413A y 413B de las boquillas.

Las boquillas 412A, 412B tienen dispositivos 461A, 461B de generación y de propulsión de gotas para la expulsión de las gotas para moverse respectivamente a lo largo de una primera trayectoria y una segunda trayectoria, que únicamente están señalados esquemáticamente en la figura 8, y sus tipos representados esquemáticamente se muestran en las figuras 10-12. Los dispositivos de generación y propulsión de gotas pueden ser, por ejemplo, de tipo térmico (figura 10), piezoeléctrico (figura 11) o de válvula (figura 12). En el caso de la válvula, el líquido tendría que ser entregado a la presión adecuada.

El cabezal de impresión comprende además una cubierta 481 que forma la cámara de reacción y protege los componentes del cabezal, en particular, la punta 432 del separador y las salidas 413A, 413B de las boquillas, desde el entorno, por ejemplo, impide que se toquen por el usuario o el sustrato impreso.

- En la cuarta realización, los ángulos de expulsión γ_A , γ_B en los que las gotas 421A, 421B primarias son expulsadas de los canales 412A, 412B de las boquillas son iguales a 90 grados, es decir, las gotas 421A, 421B primarias se expulsan a lo largo de la primera trayectoria y la segunda trayectoria, que inicialmente están dispuestas perpendicularmente al eje longitudinal del cabezal. En esta realización, los ángulos de inclinación β_A , β_B de las boquillas son iguales a 0 grados, es decir, los canales de las boquillas son paralelos al eje longitudinal del cabezal, pero en otras realizaciones pueden ser diferentes. A continuación, las gotas 421A, 421B primarias expulsadas son guiadas a lo largo del separador 431, que tiene paredes 414A, 414B laterales cóncavas, hacia su punta 432, en la que se combinan para formar una gota 422 combinada, que se separa de la punta 432 del separador y se desplaza hacia la superficie a imprimir. En esta realización, es la geometría del separador, y no de las boquillas, la que determina los parámetros de colisión de las gotas primarias que permiten la coalescencia completa. Por lo tanto, el separador 431 funciona como medios para controlar el vuelo de la primera gota 421A primaria y la segunda gota 421B primaria y, en particular, para alterar la primera trayectoria y la segunda trayectoria antes del punto de conexión, para permitir que la primera gota 421A primaria se combine con la segunda gota 421B primaria en el punto de conexión 432 en la gota 422 combinada dentro de la cámara 481 de reacción.
- El separador puede ser intercambiable, permitiendo la modificación de los parámetros de colisión. Además, cualesquiera gotas residuales que se forman desde las boquillas pueden ser guiadas a lo largo de las paredes laterales del separador y fuera del cabezal de impresión y también por medio de la corriente de gas que fluye a lo largo de la trayectoria de las gotas principales y, desde el punto de conexión, a lo largo de la trayectoria de la gota combinada.
- Por lo tanto, esta realización se puede utilizar en el procedimiento de impresión por goteo bajo demanda para descargar la primera gota 421A primaria del primer líquido para moverse a lo largo de la primera trayectoria y para descargar la segunda gota 421B primaria del segundo líquido para moverse a lo largo de la segunda trayectoria; y controlar, por medio del separador, el vuelo de la primera gota 421A primaria y la segunda gota 421B primaria para combinar la primera gota 421A primaria con la segunda gota 421B primaria en el punto 432 de conexión dentro de la cámara 481 de reacción dentro del cabezal de impresión, de modo que se inicie una reacción química dentro de un entorno controlado de la cámara 481 de reacción entre el primer líquido de la primera gota 421A primaria y el segundo líquido de la segunda gota 421B primaria.

Quinta realización

- Una quinta realización del cabezal 500 de impresión por inyección de tinta de acuerdo con la invención se muestra en la figura 9 en una vista en sección transversal detallada. A no ser que se especifique de otra forma, la cuarta realización comparte características comunes con la primera realización.

- El cabezal 500 de impresión por inyección de tinta puede comprender uno o más conjuntos de boquillas, cada uno configurado para producir una gota 522 combinada formada por dos gotas 521A, 521B primarias expulsadas desde un par de boquillas 511A, 511B separadas por un separador 531. La realización puede mejorarse usando más de dos boquillas. Cada boquilla 511A, 511B del par de boquillas en el conjunto de boquillas tiene un canal 512A, 512B para conducir líquido desde un depósito 516A, 516B. En la salida 513A, 513B de la boquilla el líquido se forma en gotas 521A, 521B primarias como resultado de la operación de los dispositivos 561A, 561B de generación y de propulsión de gotas mostrados en las figuras 10, 11, 12. Las salidas 513A, 513B de las boquillas están separadas por un separador 531 que tiene una sección transversal que se estrecha corriente abajo que separa las salidas 513A, 513B de las boquillas y evita así el contacto indeseable entre las gotas 521A y 521B primarias antes de su descarga completa desde sus respectivas salidas 513A y 513B de las boquillas.

- Las boquillas 512A, 512B tienen dispositivos 561A, 561B de generación y de propulsión de gotas para la expulsión de las gotas para moverse respectivamente a lo largo de una primera trayectoria y una segunda trayectoria, que únicamente están señalados esquemáticamente en la figura 9, y sus tipos representados esquemáticamente se muestran en las figuras 10-12. Los dispositivos de generación y propulsión de gotas pueden ser, por ejemplo, de tipo térmico (figura 10), piezoeléctrico (figura 11) o de válvula (figura 12). En el caso de la válvula, el líquido tendría que ser entregado a la presión adecuada.

- El cabezal de impresión comprende además una cubierta 581 que forma la cámara de reacción y protege los componentes del cabezal, en particular, la punta 532 del separador y las salidas 513A, 513B de las boquillas, desde el entorno, por ejemplo, impide que se toquen por el usuario o el sustrato impreso.

- En la quinta realización, los ángulos de expulsión γ_A , γ_B en los que las gotas 521A, 521B primarias son expulsadas de los canales 512A, 512B de las boquillas son iguales a 90 grados, es decir, las gotas 521A, 521B primarias se expulsan a lo largo de la primera trayectoria y la segunda trayectoria, que inicialmente están dispuestas perpendicularmente al eje del cabezal. A continuación, las trayectorias primera y segunda (es decir, la trayectoria de las gotas 521A, 521B primarias expulsadas) se cambian mediante el rebote desde las paredes 514A, 514B laterales del separador, que son preferentemente planas, para que su trayectoria sea redirigida hacia un punto de conexión en el que se combinan para formar una gota 522 combinada, que se desplaza hacia la superficie que ha de imprimirse. El ángulo de incidencia determina el ángulo de reflexión, de este modo se determina la trayectoria de la gota mediante el ángulo de inclinación de las paredes del separador. En la presente realización, las gotas primarias

se unen en el punto de conexión que está corriente abajo en relación con la punta del separador.

Sexta realización

5 La sexta realización del cabezal 600 se muestra en una vista general, en una primera variante, en la figura 13A. La sexta realización 600 tiene la mayoría de sus características en común con la segunda realización, con la diferencia principal de manera que no comprende el separador 231.

Las gotas 621A, 621B primarias expulsadas de las salidas 613A, 613B de las boquillas se mueven a lo largo respectivamente de una primera trayectoria y una segunda trayectoria hacia un punto 632 de conexión, en el que se combinan para formar una gota 622 combinada y se desplaza hacia la superficie a imprimir.

10 Las gotas 621A, 621B primarias son guiadas por corrientes 671A, 671B y 674a, 674b de gas (tal como aire o nitrógeno, proporcionado desde una entrada 619 de gas a presión que tiene una presión de preferentemente 5 bar) dentro del recinto 641 primario. La forma del recinto 641 primario en su parte superior ayuda a dirigir la corriente de gas a lo largo de las boquillas 611A, 611B y guía las gotas desde las salidas 613A, 613B de las boquillas 611A, 611B hacia el punto de conexión, en la que se unen para formar la gota 622 combinada.

15 Por lo tanto, las corrientes 671A, 671B del gas funcionan como medios para controlar el vuelo de la primera gota 621A primaria y de la segunda gota 621B primaria para permitir que la primera gota 621A primaria se combine con la segunda gota 621B primaria en el punto 632 de conexión en la gota 622 combinada.

La reacción química se inicia en el punto 632 de conexión (en el que la primera trayectoria se cruza con la segunda trayectoria) dentro de una cámara de reacción, que en esta realización está formada por el recinto 641 primario.

20 Las boquillas 611A, 611B pueden estar separadas por un elemento 633 de bloqueo (que está, sin embargo, separado de las boquillas 611A, 611B), de tal manera que las corrientes de 671A, 671B de gas se pueden formar entre las boquillas 611A, 611B y el recinto 641 primario y se pueden formar corrientes 674A, 674B de gas entre las boquillas 611A, 611B y el elemento 633 de bloqueo.

25 Alternativamente, el cabezal puede no tener ningún elemento 633 de bloqueo, entonces las corrientes 674a, 674b de gas no se dirigirán en paralelo a los ejes de las boquillas 611A, 611B. Sin embargo, debido a las direcciones de las corrientes 671A, 671B, el control sobre la trayectoria de movimiento de las gotas 621A, 621B primarias todavía puede ser posible.

30 Las salidas 613A, 613B de las boquillas pueden calentarse a una temperatura superior a la temperatura del entorno. Los líquidos en los depósitos 616A, 616B también pueden precalentarse. La temperatura incrementada de los fluidos de trabajo (es decir, el primer líquido y el segundo líquido) también puede conducir a un procedimiento de coalescencia mejorado de las gotas primarias, y preferentemente aumentar la adhesión y disminuir el tiempo de curado de la gota 622 combinada cuando se aplica sobre el sustrato.

Los otros elementos, que tienen los números de referencia que empiezan con 6 (6xx) corresponden a la segunda realización, que tienen los números de referencia empezando de 2 (2xx).

35 Por lo tanto, esta realización se puede utilizar en el procedimiento de impresión por goteo bajo demanda para descargar la primera gota 621A primaria del primer líquido para moverse a lo largo de la primera trayectoria y para descargar la segunda gota 621B primaria del segundo líquido para moverse a lo largo de la segunda trayectoria; y controlar, por medio de las corrientes de gas, el vuelo de la primera gota 621A primaria y la segunda gota 621B primaria para combinar la primera gota 621A primaria con la segunda gota 621B primaria en el punto 632 de conexión dentro de la cámara 641 de reacción dentro del cabezal de impresión, de modo que se inicie una reacción química dentro de un entorno controlado de la cámara 641 de reacción entre el primer líquido de la primera gota 621A primaria y el segundo líquido de la segunda gota 621B primaria.

45 En una segunda variante de la sexta realización, mostrada esquemáticamente en la figura 13B, uno o ambos de los líquidos almacenados en depósitos 616A, 616B de líquido pueden cargarse previamente con una carga electrostática predeterminada, de tal manera que una o ambas de las gotas primarias que salen de las salidas de la boquilla se cargan, lo que puede facilitar la combinación de las gotas 621A, 621B primarias a una gota 622 combinada. Como se muestra en la figura 13B, la salida del recinto 641 primario puede contener un conjunto de electrodos 664, que generan un campo eléctrico que fuerza a la gota 622 combinada cargada a alinearse con el eje longitudinal del cabezal. Además, la salida del recinto 651 secundario puede contener un conjunto de electrodos 665, que generan un campo eléctrico que fuerza a la gota 622 combinada cargada a alinearse con el eje longitudinal del cabezal. Se pueden usar ambos o solo uno de los conjuntos 664, 665 de electrodos. Preferentemente, los conjuntos 664, 665 comprenden cada uno al menos 3 electrodos, o preferentemente 4 electrodos, que están distribuidos uniformemente a lo largo de la circunferencia de un círculo, tal como para forzar la gota 622 hacia el eje central. Por lo tanto, los conjuntos 664, 665 de electrodos ayudan en la colocación de las gotas. Los otros elementos son equivalentes a la primera variante.

55 En una tercera variante de esa realización, que se muestra esquemáticamente en la figura 13C, solo está presente

el recinto 641 primario, sin el recinto 651 secundario. El recinto 641 primario tiene una primera sección 643 más larga en comparación con la primera variante, lo que facilita el control sobre la colocación de la gota y puede permitir aumentar la energía de la gota combinada de salida. Los otros elementos son equivalentes a la primera variante.

5 La cuarta variante de la realización, mostrada esquemáticamente en las figuras 13D y 13E, 13F (que son secciones transversales esquemáticas a lo largo de la línea A-A de la figura 13D), se diferencia de la primera variante de la figura 13-A por lo siguiente. Las boquillas 611A, 611B tienen las secciones de extremo de sus canales 612A, 612B dispuestas sustancialmente perpendiculares al eje principal del cabezal de impresión, y las salidas 613A, 613B de las boquillas están configuradas para expulsar las gotas 621A, 621B primarias, de manera que se mueven respectivamente una primera trayectoria y una segunda trayectoria que están inicialmente dirigidas en paralelo al eje principal X del cabezal de impresión.

Esta disposición de las secciones de extremo de los canales 612A, 612B de las boquillas permite además posicionar dispositivos 661A, 661B de generación y propulsión de gotas relativamente grandes (por ejemplo, piezoeléctricos), como se muestra en la figura 16E.

15 La figura 16F muestra otra variante, con la posibilidad de implementar más de dos (por ejemplo, seis) boquillas 612A-612F, teniendo cada una su propio dispositivo 661A-661F de generación de gotas y de propulsión, cada uno conectado a un depósito de líquido individual, para permitir la generación de una gota combinada desde más de dos gotas primarias. Debe observarse que en tal caso no todas las gotas combinadas deben combinarse a partir de seis gotas, es posible que, para una gota combinada particular, solo algunas de las boquillas 612A-612F proporcionen gotas primarias, por ejemplo, dos, tres, cuatro o cinco boquillas, dependiendo de las propiedades deseadas de la gota combinada.

20 Después de ser expulsadas, las gotas 621A, 621B primarias son guiadas por las corrientes de 671A, 671B de gas dentro del recinto 641 primario, de manera que la primera trayectoria y la segunda trayectoria se cambian para cruzarse entre sí en el punto 632 de conexión, que está ubicado preferentemente en la sección 643 corriente abajo del recinto 641 primario, que tiene preferentemente una sección transversal constante, redonda, de un diámetro al menos ligeramente mayor (por ejemplo, al menos 110 % o al menos 150 % o al menos dos veces mayor) que el diámetro deseado de la gota 622 combinada, y puede configurarse además tal como se describe con respecto a la sección 243 de la segunda realización como se muestra en las figuras 4A-4B.

25 La quinta variante de esa realización, que se muestra esquemáticamente en la figura 13G, difiere de la primera variante de la figura 13A por lo siguiente. Al menos una de las boquillas, en ese ejemplo, la primera boquilla 611A, está conectada a una cámara 617 de mezcla, en la que el líquido se mezcla a partir de una pluralidad de depósitos 616A1, 616A2, desde los cuales el líquido se dosifica mediante las válvulas 617.1, 617.2. Por ejemplo, los depósitos 616A1, 616A2 separados pueden almacenar tintas de diferentes colores, para suministrar desde la primera boquilla 611A una gota primaria de tinta que tiene un color deseado.

35 La sexta variante de esa realización, que se muestra esquemáticamente en la figura 13H, difiere de la cuarta variante de las figuras 13D-13F por lo siguiente. Las boquillas están dispuestas en una pluralidad de niveles. El primer nivel de boquillas 611A.1, 611B.1 (conectado a los depósitos 616A.1, 616B.1 de líquido) está dispuesto de manera que producen gotas 121A.1, 121B.1 primarias de primer nivel dentro del recinto 641 primario, que son guiadas por las corrientes de gas para combinarse en una gota 122.1 combinada del primer nivel. El segundo nivel de boquillas 611A.2, 611B.2 (conectado a los depósitos 616A.2, 616B.2) de líquido está dispuesto de manera que producen gotas 121A.2, 121B.2 primarias de segundo nivel dentro del recinto 651 secundario, que son guiadas por las corrientes de gas para combinarse en una gota 122.2 combinada de segundo nivel. La gota 122.1 combinada de segundo nivel puede estar formada solo por las gotas 121A.2, 121B.2 primarias de segundo nivel (que permite aumentar la frecuencia de generación de gotas o la variedad de tipos de gotas que pueden generarse) o puede formarse por las gotas 121A.2, 121B.2 primarias de segundo nivel combinadas con la gota 122.1 combinada de primer nivel (que permite aumentar la variedad de tipos de gotas de más de dos componentes que pueden generarse).

Séptima realización

50 El cabezal 700 de impresión por inyección de tinta de acuerdo con una séptima realización se muestra en una vista general esquemática en la figura 14 Y en una vista en sección transversal detallada en las figuras 15A y 15B, que muestran la misma vista en sección transversal pero, para mayor claridad del dibujo, los elementos diferentes se han referenciado en figuras diferentes.

El cabezal 700 de impresión por inyección de tinta puede comprender uno o más conjuntos 710 de boquillas, cada uno configurado para producir una gota 722 combinada formada por dos gotas 721A, 721B primarias expulsadas desde un par de boquillas 711A, 711B. El cabezal de impresión es de un tipo de goteo bajo demanda (DOD).

55 La figura 14 muestra un cabezal con una pluralidad de conjuntos 710 de boquillas dispuestos en paralelo para imprimir filas 791 de múltiples puntos sobre un sustrato 790. Vale la pena señalar que el cabezal de impresión puede comprender en realizaciones alternativas solo un único conjunto 710 de boquillas o más conjuntos de boquillas, o incluso tanto como 256 conjuntos de boquillas o más para una impresión de mayor resolución.

Cada boquilla 711A, 711B del par de boquillas en el conjunto 710 de boquillas tiene un canal 712A, 712B para conducir el líquido desde un depósito 716A, 716B. En la salida 713A, 713B de la boquilla, el líquido se forma en gotas 721A, 721B primarias y se expulsa como resultado de la operación de los dispositivos 761A, 761B de generación y propulsión de gotas que se muestran de una manera más detallada en las figuras 10, 11, 12. Los dispositivos de generación y propulsión de gotas pueden ser, por ejemplo, de un tipo térmico (figura 10), piezoeléctrico (figura 11) o de válvula (figura 12). En el caso de la válvula, el líquido tendría que ser entregado a una presión apropiada. Una boquilla 711A se dispone preferentemente en paralelo al eje principal A_a del cabezal de impresión – por esa razón, se denominará brevemente “boquilla de eje paralelo”. La otra boquilla 711B se dispone en un ángulo α a la primera boquilla 711A – por esa razón se denominará brevemente “boquilla de eje inclinado”. Por lo tanto, la primera boquilla 711A está configurada para expulsar la primera gota 721A primaria para moverse a lo largo de una primera trayectoria y la segunda boquilla 711B está configurada para expulsar la segunda gota 721B primaria para moverse a lo largo de una segunda trayectoria. Las salidas 713A, 713B de las boquillas están distanciadas entre sí por una distancia igual a al menos el tamaño de la mayor de las gotas primarias generadas en las salidas 713AM 713B, para que las gotas 721A, 721B primarias no se toquen cuando siguen en las salidas 713A, 713B de las boquillas. Esto impide que se forme una gota combinada en las salidas 713A, 713B de las boquillas y la obstrucción posterior de las salidas 713A, 713B con una tinta solidificada. Preferentemente, el ángulo α es un ángulo estrecho, preferentemente de 3 a 60 grados, y más preferentemente de 5 a 25 grados (lo que ayuda a la alineación de las dos gotas antes de la coalescencia). En tal caso, la salida 713A de la boquilla 711A de eje paralelo está distanciada de la salida del cabezal de impresión por una distancia mayor por “x” que la salida 713B de la boquilla 711B de eje inclinado.

El líquido producido por combinación de las gotas desde los dos depósitos 716A, 716B es un producto de una reacción química de un primer líquido suministrado desde un primer depósito 716A y un segundo líquido suministrado desde el segundo depósito 716B (preferentemente una tinta reactiva compuesta de una base de tinta y un catalizador para iniciar el curado la base de tinta). La base de tinta puede estar compuesta por monómeros polimerizables o resinas de polímeros con modificadores de reología y colorante. El catalizador (que también puede ser un denominado agente de curado) puede ser un reactivo de unión transversal en el caso de resinas de polímeros o un catalizador de polimerización en el caso de resinas polimerizables. La naturaleza de la base de tinta y el agente de curado es tal que inmediatamente después de la mezcla en el punto 732 de conexión, una reacción química comienza a producirse conduciendo a la solidificación de la mezcla en la superficie de material impresa, para que la tinta pueda adherirse más fácilmente a la superficie impresa y/o curar más rápidamente en la superficie imprimida.

Por ejemplo, la tinta puede comprender un éster de ácido acrílico (de 50 a 80 partes por peso), ácido acrílico (de 5 a 15 partes por peso), un pigmento (de 3 a 40 partes por peso), un surfactante (de 0 a 5 partes por peso), glicerina (de 0 a 5 partes por peso), un modificador de viscosidad (de 0 a 5 partes por peso). El catalizador puede comprender un agente de curado a base de azaridina (de 30 a 50 partes por peso), un pigmento (de 30 a 40 partes por peso), un surfactante (de 0 a 5 partes por peso), glicerina (de 0 a 5 partes por peso), un modificador de viscosidad (de 0 a 5 partes por peso), un disolvente (de 0 a 30 partes por peso). Los líquidos pueden tener una viscosidad de 1 a 30 mPas y una tensión superficial de 20 – 50 Mn/m. También pueden usarse otras tintas y catalizadores conocidas/os a partir de la técnica anterior. Preferentemente, las cantidades de disolvente a un máximo de 10 %, preferentemente un máximo de 5 % por peso de la gota combinada. Esto permite disminuir significativamente el contenido del disolvente en el procedimiento de impresión, lo que hace la tecnología de acuerdo con la invención más respetuosa con el medio ambiente que las tecnologías CIJ actuales, en las que el contenido de los disolventes suelen sobrepasar el 50 % de la masa total de la gota durante el procedimiento de impresión. Por esta razón, se considera que la presente invención es de tecnología verde.

Los líquidos suministrados por los dos depósitos 716A, 716B pueden ser varias sustancias, seleccionadas de manera que inmediatamente después de la mezcla comience a producirse una reacción química conducente a la transformación del primer y segundo líquido a un producto de reacción. De este modo, la reacción química que transforma el primer y el segundo líquido en un producto de reacción se inicia dentro de la cámara de reacción dentro del cabezal de impresión. Por lo tanto, una reacción química se inicia antes de que la gota combinada abandone el recinto del cabezal de impresión y alcance la superficie de material impresa.

Normalmente, la gota de tinta será mayor que la gota del catalizador. En el caso de que las gotas tengan diferentes tamaños, la gota 721A más pequeña se expulsa preferentemente desde la boquilla 711A de eje paralelo, mientras que la gota 721B más grande se expulsa preferentemente de la boquilla 711B de eje inclinado, porque puede acumular una carga eléctrica más elevada y, por lo tanto, puede ser más fácil controlar su trayectoria de movimiento. Preferentemente, la gota 721A más pequeña se expulsa con una velocidad mayor que la gota 721B más grande.

Las gotas primarias se combinan preferentemente dentro del cabezal 700, es decir, antes de que las gotas abandonen la salida 785 del cabezal. El procedimiento de generación de las gotas 721A, 721B primarias está controlado (mediante el control de sus parámetros, tales como tiempo de expulsión, fuerza, temperatura, etc.) de manera que su trayectoria de movimiento pueda predecirse y disponerse de manera que las gotas primarias se combinen para formar una gota combinada en un punto 732 de conexión.

El procedimiento de generación de las gotas 721A, 721B primarias está controlado mediante un controlador de los dispositivos 761A, 761B de generación y propulsión de gotas (no mostrados en los dibujos para mayor claridad), lo

que genera señales de desencadenamiento. Las gotas primarias se generan, por lo tanto, bajo demanda, a diferencia de la tecnología CIJ en la que se genera una corriente continua de gotas en las salidas de las boquillas. Cada una de las gotas primarias generadas se dirige entonces a la superficie que ha de imprimirse, a diferencia de la tecnología CIJ, en la que solo se emite una porción de las gotas y las otras gotas se entregan de vuelta a un canalón.

En una realización, el cabezal puede estar diseñado de manera que ambas gotas 721A, 721B sean expulsadas desde las salidas 713A, 713B de las boquillas al mismo tiempo, es decir, los dispositivos 761A, 761B de generación y propulsión de gotas pueden desencadenarse por una señal común.

Con el fin de mejorar el control sobre el procedimiento de coalescencia de las dos gotas primarias para que estas se integren en una gota combinada de una manera predecible y repetible y también para conseguir una dirección predecible de flujo de la gota 722 combinada, las trayectorias de flujo de las gotas 721A, 721B primarias se disponen para estar en línea entre sí antes del o en el punto 732 de conexión. Las gotas primarias están configuradas, además, para tener diferentes velocidades antes de que alcancen el punto 732 de conexión, para que puedan chocar en el punto 732 de conexión. Cuando dos gotas primarias que fluyen con diferentes velocidades a lo largo de los mismos ejes chocan, su coalescencia es muy predecible y la gota combinada continuará fluyendo a lo largo del mismo eje A_c .

Las diferentes velocidades pueden conseguirse expulsando las gotas primarias desde las salidas de las boquillas con diferentes velocidades. Sin embargo, en algunas realizaciones puede ser posible expulsar las gotas primarias con sustancialmente la misma velocidad de ambas salidas de las boquillas. El hecho de que las boquillas estén dispuestas en un ángulo, garantiza que el componente paralelo de velocidad de la gota inclinada sea más pequeño que la velocidad de la gota paralela, mientras que las velocidades cambiarán durante el flujo entre la salida de la boquilla y el punto de conexión, por ejemplo, debido a la resistencia de flujo (por ejemplo, relacionada con el tamaño de la gota) o campo eléctrico, etc.

La salida de la gota 721B primaria desde la salida 713B de la boquilla de eje inclinado tiene una carga eléctrica distinta a cero y, por esa razón, se denominará una gota 721B primaria cargada. La gota 721B puede cargarse de diferentes formas. Por ejemplo, el líquido en el depósito 716B puede precargarse. Alternativamente, el líquido puede cargarse cargando los electrodos situados a lo largo del canal 712B de la boquilla o en la salida 713B de la boquilla. Además, la gota 721B primaria puede cargarse después de formarse o expulsarse a lo largo de su trayectoria de movimiento, cargando electrodos situados antes de los electrodos 741, 742 de desviación.

Un conjunto de electrodos 741, 742 de desviación que forman un condensador está dispuesto a lo largo de la trayectoria de flujo de la gota 721B primaria cargada para alterar la trayectoria de vuelo de la gota 721B primaria cargada, para alinearla en línea con la trayectoria de vuelo de la salida de la gota 721A primaria desde la salida 713A de la boquilla antes del o en el punto 732 de conexión. Los electrodos 741, 742 están conectados a fuentes de tensión de CC controlables y son controlables de acuerdo con procedimientos conocidos. Por lo tanto, la trayectoria de vuelo de la gota 721B primaria cargada se ve afectada sobre una distancia d_1 del intervalo de operación de los electrodos. La distancia d_x entre los electrodos está diseñada para evitar una tensión de interrupción del condensador o cualquier contacto físico entre la gota que vuela y los electrodos, permitiendo no obstante una generación del campo eléctrico lo suficientemente fuerte como para cambiar la trayectoria de movimiento de la gota 721B primaria cargada desde una trayectoria de inclinada a paralela.

En otra realización, los electrodos 741 y 742 pueden ser parte de un electrodo cilíndrico con la misma carga que la gota 721B primaria cargada. La distancia d_x no dependerá de la tensión de interrupción del condensador como en la realización anterior. Tal realización permitirá tolerancias más altas de la colocación de la boquilla y permitirá asimismo una alineación paralela de la boquilla. Aunque es menos preferible desde el punto de vista de la estabilidad de las operaciones, requeriría una menor precisión de fabricación.

También es posible alinear las boquillas 711A, 711B en paralelo entre sí y usar un primer conjunto de electrodos para cambiar la trayectoria de la gota 721B primaria cargada de paralela a inclinada y un segundo conjunto de electrodos para alinear la gota 721B primaria cargada con la gota paralela antes del punto 732 de conexión.

También es posible combinar ambas realizaciones anteriores: usar una primera fase de electrodos 741, 742 de desviación (para alinear las gotas en paralelo entre sí), tal y como se muestra en la figura 15A, seguidos por electrodos similares al conjunto de electrodos 771 presentado en la figura 15A y 17 para guiar con mayor precisión la gota cargada (o gotas cargadas), lo que aumentaría la precisión y la estabilidad de la trayectoria de movimiento de la gota antes del punto 732 de conexión, con el fin de mejorar además, las condiciones de coalescencia.

Por lo tanto, los electrodos 741, 742 de desviación funcionan como medios para controlar el vuelo de la primera gota 721A primaria y la segunda gota 721B primaria para permitir que la primera gota 721A primaria se combine con la segunda gota 721A primaria en el punto 732 de conexión en la gota 722 combinada.

La gota 721A primaria de eje paralelo tiene preferentemente una carga eléctrica cero, es decir, no está cargada.

Sin embargo, son posibles otras realizaciones en las que la otra gota 721A primaria también esté cargada y se

expulse en un eje inclinado con respecto al eje deseado A_c de flujo de la gota 722 combinada, y el cabezal de impresión comprenda, además, otro conjunto de electrodos de desviación para alinear su eje de flujo al eje A_c antes del punto 732 de conexión.

5 En otra realización más, pueden generarse más de dos gotas primarias, es decir, la gota 722 combinada puede formarse por coalescencia (simultánea o secuencial) de más de dos gotas, por ejemplo, tres gotas expulsadas desde tres boquillas, de las que al menos dos tienen sus ejes inclinados con respecto al eje deseado de flujo A_c de la gota 722 combinada.

10 El eje de flujo A_c de la gota 722 combinada es preferentemente el eje principal del cabezal de impresión, pero también puede ser otro eje. El cabezal de impresión puede comprender medios adicionales para mejorar el control de colocación de la gota.

15 Por ejemplo, el cabezal de impresión puede comprender un conjunto de electrodos 751, 752 de tipo peine conectado a fuentes de tensión de CC o CA controlables, configuradas para aumentar la velocidad de flujo de la gota 722 combinada cargada antes de que salga de la salida 785 del cabezal de impresión. La velocidad puede aumentarse de una manera controlable controlando las fuentes de tensión de CA conectadas a los electrodos 751, 752, con el fin de conseguir una velocidad de salida de la gota 722 combinada deseada, por ejemplo, para controlar la distancia de impresión, que puede resultar particularmente útil a la hora de imprimir sobre sustratos irregulares. El conjunto de electrodos 751, 752 de aceleración debería colocarse a una distancia d_3 de los electrodos 741, 742 de desviación, que es lo suficientemente grande para que los campos eléctricos generados por los electrodos no interfieran en su operación de manera indeseada. La distancia d_2 y el número de pares de electrodos de aceleración en el que la gota 20 722 combinada permanece bajo la influencia de la fuerza de aceleración depende del tamaño de la gota 722 combinada y el aumento requerido de su velocidad. Para algunas aplicaciones de impresión industrial, todo el conjunto de condensadores de CA puede necesitarse con el fin de doblar o triplicar preferentemente la velocidad de la gota combinada, por ejemplo, de 3 m/s a 9 m/s medidos en la salida 785 del cabezal. También es posible montar los electrodos de CC como una unidad de aceleración. Para aplicaciones de impresión en oficina, no se requiere ninguna aceleración.

El uso de los electrodos de aceleración permite expulsar gotas primarias desde salidas de las boquillas con velocidades relativamente pequeñas, lo que ayuda a la coalescencia (que se produce a determinados parámetros de colisión óptimos según: velocidad relativa de las gotas, su tensión superficial dada, el tamaño, la temperatura, etc.), y después para acelerar la gota combinada con el fin de conseguir condiciones de impresión deseadas.

30 Además, el cabezal de impresión puede comprender un conjunto de electrodos 771 para desviar o corregir (la trayectoria de movimiento de la gota) conectada a una fuente de tensión de CC controlable, mostrada en una sección transversal a lo largo de la línea B-B de la figura 15A en la figura 17, lo que puede desviar de manera controlable la dirección del flujo de la gota 722 combinada cargada en una dirección deseada para controlar la colocación de la gota de una manera equivalente a la conocida a partir de la tecnología CIJ o – en el caso de 35 corregir electrodos – mejorar la alineación de la trayectoria de movimiento de la gota 722 combinada paralela al eje del cabezal con el fin de mejorar la precisión de colocación de la gota.

Además, el cabezal de impresión puede comprender medios para acelerar el curado de la gota 722 combinada antes de que abandone el cabezal de impresión, por ejemplo, una fuente de luz UV (no mostrada en el dibujo) para afectar un agente de curado sensible a UV en la gota 722 combinada.

40 Por lo tanto, el procedimiento de generación de gotas se conduce tal y como se muestra en los detalles de las figuras, 16A-16E. Primero, las gotas 721A, 721B primarias se expulsan desde las salidas 713A, 713B de las boquillas tal y como se muestra en la figura 16A. La trayectoria de flujo de la gota 721B de eje inclinado se altera para ponerse en alineación con la trayectoria de flujo de la gota 721A de eje paralelo, tal y como se muestra en la figura 16B. Una vez que las gotas 721A primarias están en trayectorias alineadas, se mueven con diferentes 45 velocidades tal y como se muestra en la figura 16C y chocan tarde o temprano en un punto 732 de conexión para formar una gota 722 combinada, tal y como se muestra en la figura 16D. La gota combinada puede acelerarse más desde entonces y/o desviarse por medios de control de gota adicionales y expulsarse finalmente, tal y como se muestra en la figura 16E.

50 Los líquidos en los depósitos 716A, 716B pueden precalentarse o las salidas de las boquillas pueden calentarse mediante calentadores instalados en las salidas de las boquillas, de manera que las gotas primarias expulsadas tengan una temperatura aumentada. La temperatura aumentada de los fluidos funcionales (es decir, tinta y catalizador) puede conducir a un procedimiento de coalescencia mejorado de las gotas primarias y aumentar preferentemente la adhesión y disminuir el tiempo de curado de la gota 722 combinada cuando se aplica en el sustrato que tiene una temperatura menor que la temperatura de la gota combinada. La temperatura de las gotas 55 primarias expulsadas debería ser, por lo tanto, mayor que la temperatura de la superficie que ha de imprimirse, en la que la diferencia de temperatura debería ajustarse a propiedades de fluido funcional particulares. El rápido enfriamiento de la gota unida después de la colocación en la superficie de impresión (que tiene una temperatura menor que la tinta) aumenta la viscosidad de la gota, impidiendo el flujo de la gota debido a la gravitación.

El cabezal de impresión comprende, además, una cubierta 781 que protege los componentes del cabezal, en particular las salidas 713A, 713B de las boquillas y el área alrededor del punto 732 de conexión, del entorno, por ejemplo, impide que las toque el usuario o el sustrato impreso. La cubierta 781 forma la cámara de reacción. Debido a que el punto 732 de conexión está dentro de la cámara de reacción, el procedimiento de combinación de gotas primarias puede controlarse con precisión y predeciblemente, ya que el procedimiento se produce en un entorno separado de los alrededores del cabezal de impresión. El entorno dentro del cabezal de impresión es controlable y las condiciones del entorno (tales como las trayectorias de flujo de aire, la presión, la temperatura) se conocen y, por lo tanto, el procedimiento de coalescencia puede producirse de una manera predecible.

Además, la cubierta 781 puede comprender elementos de calentamiento (no mostrados en el dibujo) para calentar el volumen dentro de la cubierta 781, es decir, el volumen que rodea las salidas 713A, 713B de las boquillas y los depósitos 716A, 766B de líquido a una temperatura predeterminada elevada respecto de la temperatura ambiente, por ejemplo, de 40 °C a 80 °C (también son posibles otras temperaturas, según los parámetros de las gotas), para proporcionar condiciones estables para combinar las gotas. Un sensor 783 de temperatura puede posicionarse dentro de la cubierta 781 para detectar la temperatura. La temperatura más alta dentro del cabezal de impresión facilita una mejor mezcla de la gota unida por medio de difusión. Adicionalmente, la temperatura aumentada aumenta la velocidad de la reacción química que comienza en el momento de la mezcla. La tinta que reacciona en la superficie del material impreso permite una mejor adhesión de la imagen impresa.

Además el cabezal 710 de impresión puede comprender boquillas de suministro de gas (no mostradas en el dibujo) para soplar gas (tal como aire o nitrógeno), preferentemente calentado, a lo largo de los ejes A_a, A_b y/o A_c, con el fin de disminuir el tiempo de curado, aumentar la dinámica del movimiento de las gotas y de soplar hacia fuera cualquier residuo que pudiera formarse en las salidas 713A, 713B de las boquillas u otros componentes del conjunto de boquillas.

Por lo tanto, esa realización puede usarse en el procedimiento de impresión por goteo bajo demanda para descargar la primera gota 721A primaria del primer líquido para moverse a lo largo de la primera trayectoria y para descargar la segunda gota 721B primaria del segundo líquido para moverse a lo largo de la segunda trayectoria; y para controlar, por medio de un separador, el vuelo de la primera gota 721A primaria y la segunda gota 721B primaria para combinar la primera gota 721A primaria con la segunda gota 721B primaria en el punto 732 de conexión dentro de la cámara 781 de reacción dentro del cabezal de impresión para que una reacción química se inicie dentro de un entorno controlado de la cámara 781 de reacción entre el primer líquido de la primera gota 721A primaria y el segundo líquido de la segunda gota 721B primaria.

Esta realización combina de manera única las características y las ventajas de dos tecnologías de inyección de tinta sobradamente conocidas por medio de la entrega de una gota de tinta funcional de la forma en que trabajan las impresoras DOD – incluidas las de alta resolución – pero siendo capaces de desviar y controlar su trayectoria de vuelo de la forma en que trabajan las impresoras CIJ, con el tiempo de secado o curado de la impresión también más cercano a los estándares de la CIJ. Tal invención mejora posibilidades técnicas para aplicar impresiones digitales duraderas de alta calidad en una amplia variedad de sustratos y productos. Esta característica demostrará ser especialmente ventajosa en la mayoría de aplicaciones industriales de marcado y codificación.

Octava realización

La octava realización del cabezal 800 se muestra en una vista general en la figura 18. La octava realización 800 está adaptada particularmente para su uso con dispositivos de propulsión y generación de gotas de gran tamaño.

Las gotas 821A, 821B primarias son expulsadas desde las salidas 813A, 813B de las boquillas de las boquillas 811A, 811B, que preferentemente tienen al menos las secciones de extremo de sus canales 812A, 812B dispuestos sustancialmente de forma perpendicular al eje principal X del cabezal de impresión. Los canales 812A, 812B de las boquillas pueden acomodar dispositivos 861A, 861B de generación y propulsión de gotas de gran tamaño (por ejemplo, piezoeléctrico). Las gotas 821A, 821B primarias están formadas por un primer líquido y un segundo líquido desde los depósitos 816A, 816B.

Las gotas 821A, 8211B primarias son expulsadas para moverse a lo largo, respectivamente, de la primera y segunda trayectorias, que están dispuestas inicialmente sustancialmente en paralelo al eje principal X. Las gotas 821A, 821B primarias a continuación son guiadas dentro de un recinto 841 primario (que funciona como la cámara de reacción) mediante corrientes 871A, 871B de gas que pueden generarse dentro del recinto 841 primario a partir de una fuente de gas apropiada, por ejemplo, una boquilla de suministro de gas. El recinto 841 primario tiene una sección transversal de estrechamiento hacia abajo. La sección 843 de salida del recinto 841 primario tiene preferentemente una sección transversal redonda constante de un diámetro al menos ligeramente mayor (por ejemplo, al menos 110 % o al menos 150 % o al menos dos veces mayor) que el diámetro deseado de la gota 822 combinada, y puede configurarse además tal como se describe con respecto a la sección 243 de la segunda realización como se muestra en las figuras 4A-4B.

Por lo tanto, esta realización se puede utilizar en el procedimiento de impresión por goteo bajo demanda para descargar la primera gota 821A primaria del primer líquido para moverse a lo largo de la primera trayectoria y para

5 descargar la segunda gota 821B primaria del segundo líquido para moverse a lo largo de la segunda trayectoria; y controlar, por medio de la forma del canal del recinto 841 primario y las corrientes 871A, 871B de gas, el vuelo de la primera gota 821A primaria y la segunda gota 821B primaria para combinar la primera gota 821A primaria con la segunda gota 821B primaria en el punto 832 de conexión dentro de la cámara 841 de reacción dentro del cabezal de impresión, de modo que se inicie una reacción química dentro de un entorno controlado de la cámara 841 de reacción entre el primer líquido de la primera gota 821A primaria y el segundo líquido de la segunda gota 821B primaria.

Otras realizaciones

10 Debe observarse que los dibujos son esquemáticos y no a escala y se usan solo para ilustrar las realizaciones para una mejor comprensión de los principios de operación.

La presente invención es particularmente aplicable para impresoras de inyección de tinta DOD de alta resolución. Sin embargo, la presente invención también se puede aplicar a DOD de baja resolución basado en válvulas que permiten descargar gotas de tinta presurizada.

15 El entorno en la cámara de reacción puede ser controlada mediante el control de al menos uno de los siguientes parámetros: la temperatura de la cámara (por ejemplo, por medio de un calentador dentro de la cámara de reacción), la velocidad de las corrientes de gas (por ejemplo, mediante el control de la presión de suministro de gas), los componentes del gas (por ejemplo, controlando la composición del gas suministrado desde diversas fuentes), el campo eléctrico (por ejemplo, controlando los electrodos), el campo de ultrasonidos (por ejemplo, proporcionando generadores de ultrasonidos adicionales dentro de la cámara de reacción, no mostrados en los dibujos), luz UV (por ejemplo, proporcionando generadores de luz UV adicionales dentro de la cámara de reacción, no mostrados en los dibujos), etc.

25 Una persona experta se dará cuenta de que las características de las realizaciones descritas anteriormente se pueden mezclar adicionalmente entre las realizaciones. Por ejemplo, puede haber más de dos boquillas dirigiendo más de dos gotas primarias para formar una gota combinada mediante el uso de los mismos principios de descarga, guía, formación, también mediante coalescencia controlada, y gotas aceleradas dentro del cabezal de impresión como se describió anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de impresión por goteo bajo demanda, que comprende combinar gotas primarias para formar una gota combinada, realizando las siguientes etapas en un cabezal de impresión:
- descargar una primera gota (x21A) primaria de un primer líquido recogida desde un primer depósito (x16A) de líquido para moverse a lo largo de una primera trayectoria;
 - descargar una segunda gota (x21B) primaria de un segundo líquido recogida desde un segundo depósito (x16B) de líquido para moverse a lo largo de una segunda trayectoria;
 - controlar el vuelo de la primera gota (x21A) primaria y la segunda gota (x21B) primaria para combinar la primera gota primaria con la segunda gota primaria en la gota (x22) combinada en un punto (x32) de conexión dentro de una cámara de reacción dentro del cabezal de impresión para que se inicie una reacción química dentro de un entorno controlado de la cámara de reacción entre el primer líquido de la primera gota primaria y el segundo líquido de la segunda gota primaria;
 - y controlar el vuelo de la gota (x22) combinada a través de la cámara de reacción a lo largo de una trayectoria de gota combinada dirigida hacia la superficie que ha de imprimirse de manera que la gota (x22) combinada durante el movimiento a lo largo de la trayectoria de gota de combinada que comienza desde el punto de conexión se distancie de los elementos del cabezal de impresión.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además impedir que las gotas (x21A, x21B) primarias hagan contacto entre sí en las salidas (x13A, x13B) de las boquillas proporcionando un separador (x31) entre el plano de las terminaciones de las salidas de las boquillas.
3. El procedimiento según la reivindicación 2, que comprende además controlar el vuelo de la primera gota (x21A) primaria y la segunda gota (x21B) primaria mediante el separador (x31) para guiar la primera gota (x21A) primaria y la segunda gota (x21B) primaria.
4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que la longitud (LA, LB) de la pared lateral del separador (x31) desde el plano de la terminación de la salida de la boquilla no es más corto que el diámetro (dA, dB) de la gota primaria.
5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además controlar la trayectoria de vuelo de la primera gota (x21A) primaria y la segunda gota (x21B) primaria a una distancia no más corta que el 50 % de la distancia entre la salida de la boquilla y el punto de conexión.
6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además controlar el vuelo de la primera gota (x21A) primaria y la segunda gota (x21B) primaria mediante un campo eléctrico.
7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además controlar al menos uno de los siguientes parámetros dentro de la cámara de reacción: temperatura de la cámara, campo eléctrico, campo de ultrasonidos, luz UV.
8. Un cabezal de impresión por goteo bajo demanda que comprende:
- un conjunto (x10) de boquillas, que comprende:
 - una primera boquilla (x11A) conectada a través de un primer canal (x12A) con un primer depósito (x16A) de líquido con un primer líquido y que tiene un primer dispositivo (x61A) de generación y propulsión de gota para formar bajo demanda una primera gota (x21A) primaria del primer líquido y descargar la primera gota (x21A) primaria para moverse a lo largo de una primera trayectoria; y
 - una segunda boquilla (x11B) conectada a través de un segundo canal (x12B) con un segundo depósito (x16B) de líquido con un segundo líquido y que tiene un segundo dispositivo (x61A) de generación y propulsión de gota para formar bajo demanda una segunda gota (x21B) primaria del segundo líquido y descargar la segunda gota (x21B) primaria para moverse a lo largo de una segunda trayectoria;
 - una cámara de reacción;
 - en el que la primera trayectoria se cruza con la segunda trayectoria dentro de la cámara de reacción en un punto (x32) de conexión;
 - medios para controlar el vuelo de la primera gota primaria y la segunda gota primaria y configurados para permitir que la primera gota (x21A) primaria se combine con la segunda gota (x21B) primaria en el punto de conexión en una gota (x22) combinada, de modo que se inicia una reacción química dentro de un entorno controlado de la cámara de reacción entre el primer líquido de la primera gota primaria y el segundo líquido de la segunda gota primaria durante el flujo de la gota (x22) combinada a través de la cámara de reacción a lo largo de una trayectoria de gota combinada;
 - en el que la gota (x22) combinada, durante el movimiento a lo largo de la trayectoria de gota combinada que comienza desde el punto de conexión, se distancia de los elementos del cabezal de impresión.
9. El cabezal de impresión según la reivindicación 8, que comprende además medios para controlar la trayectoria

de vuelo de la gota combinada.

10. El cabezal de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, en el que los medios para controlar el vuelo de la primera gota primaria y la segunda gota primaria están formados por un separador (x31) que tiene una sección transversal que se estrecha corriente abajo posicionada entre las salidas (x13A, x13B) de las boquillas.
- 5 11. El cabezal de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el separador (x31) está configurado para guiar las gotas (x21A, x21B) primarias a lo largo de sus paredes (x14A, x14B) laterales y para separar las salidas de las boquillas en el plano de sus terminaciones.
- 10 12. El cabezal de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado porque** los medios para controlar el vuelo de la primera gota primaria y la segunda gota primaria son un conjunto de electrodos (741, 742) para alterar la trayectoria de vuelo de la segunda gota (721B) primaria a una trayectoria que está en línea con la trayectoria de vuelo de la primera gota (721A) primaria antes del o en el punto (732) de conexión.
13. El cabezal de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que la segunda gota (721B) primaria es una gota cargada que tiene una carga eléctrica distinta de cero o se carga el líquido en el segundo depósito (716B) conectado con la segunda boquilla (711B).
- 15 14. El cabezal de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, que comprende además un conjunto de electrodos (771) conectado a la fuente de tensión de CC controlable y que se sitúa corriente abajo con respecto al punto (732) de conexión para desviar y/o corregir la trayectoria de vuelo de la gota combinada.
15. El cabezal de impresión según cualquiera de las reivindicación 8 a 14, en el que el primer líquido es una base de tinta y el segundo líquido es un catalizador para curar la base de tinta.

20

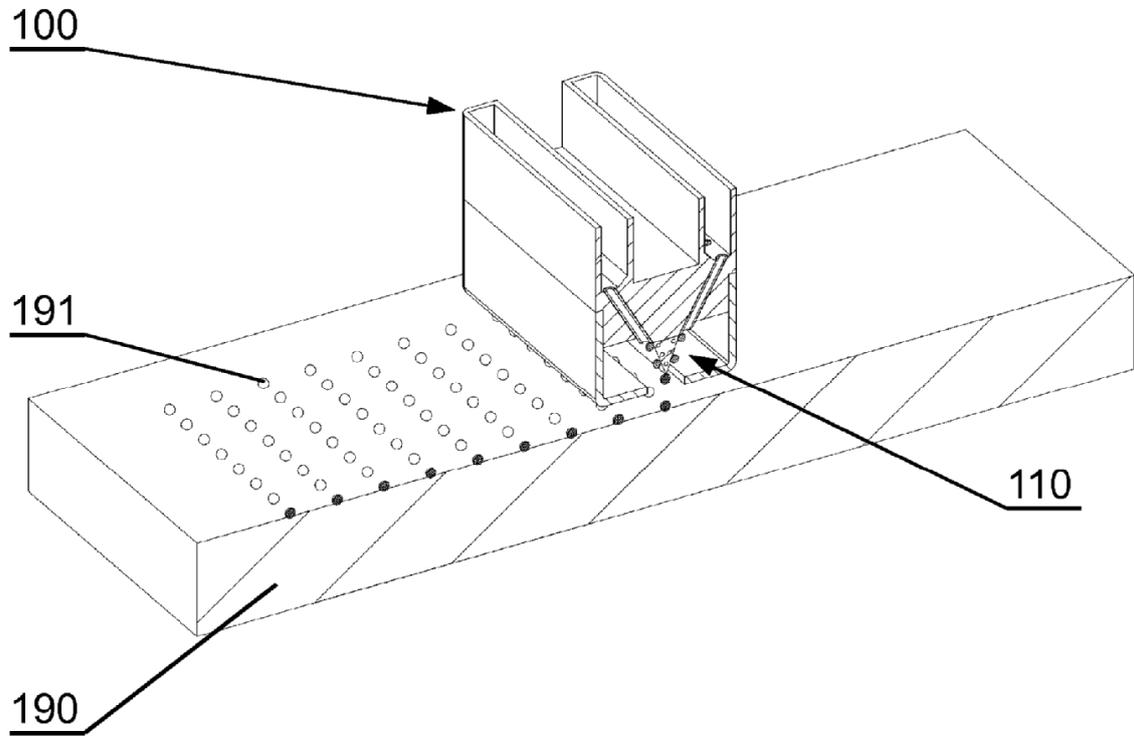
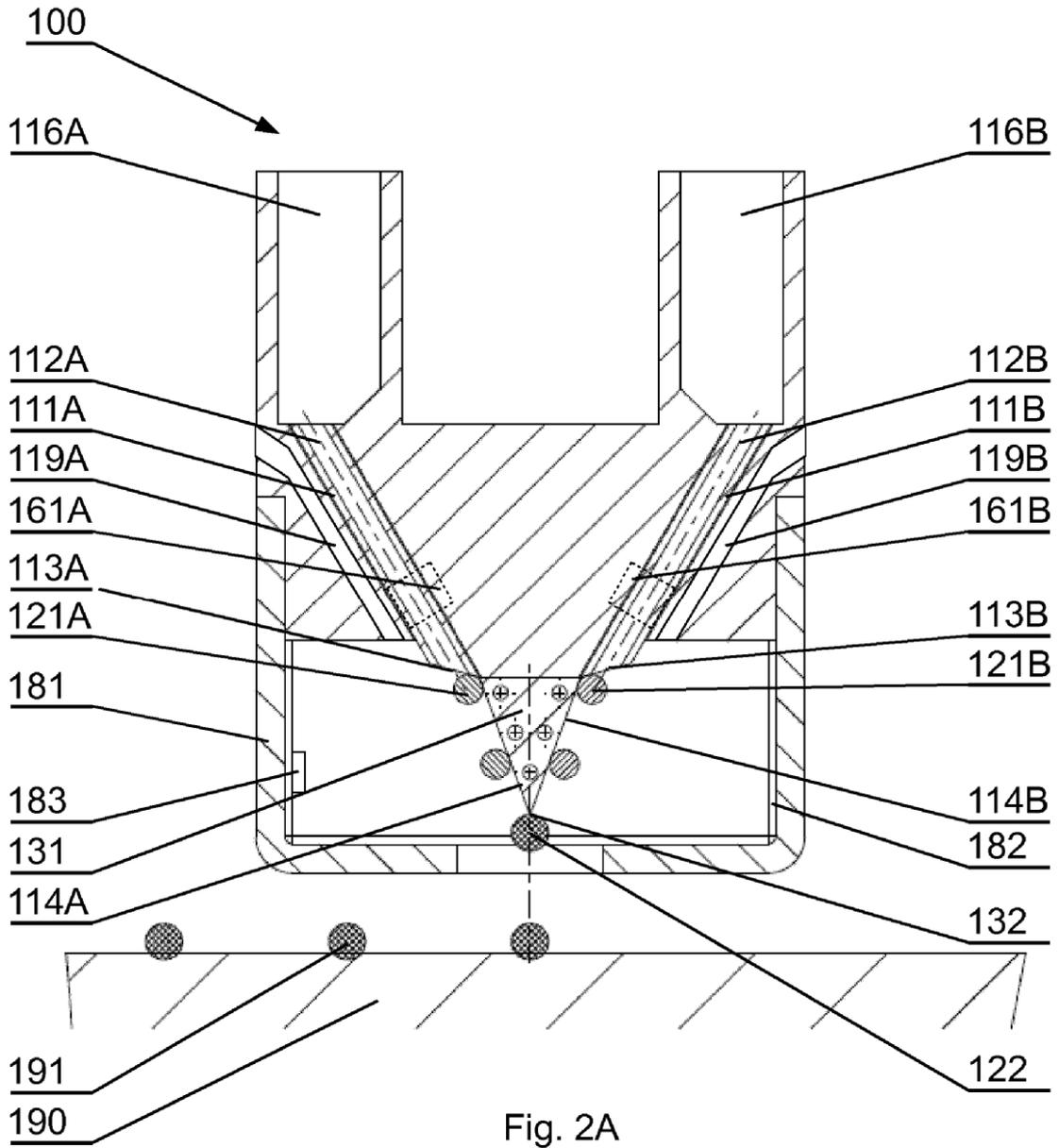


Fig. 1



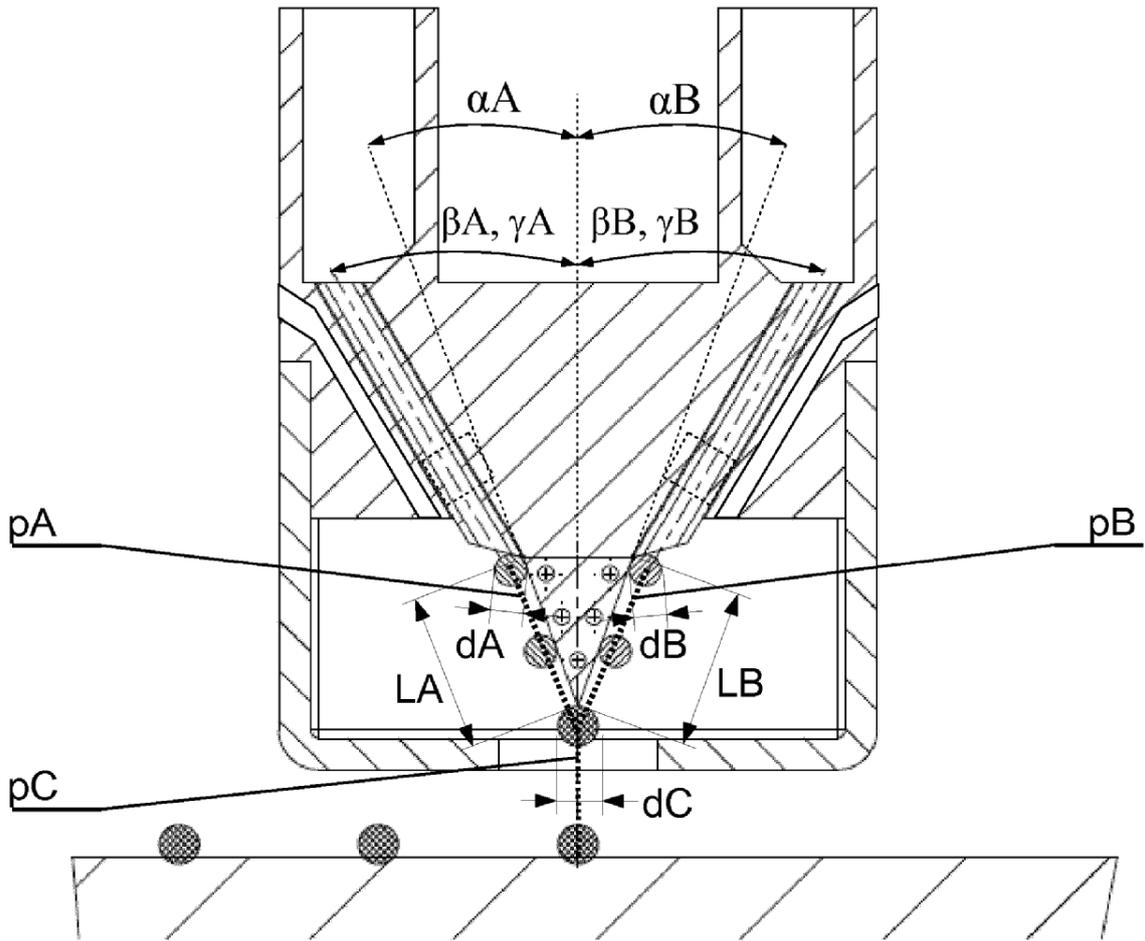


Fig. 2B

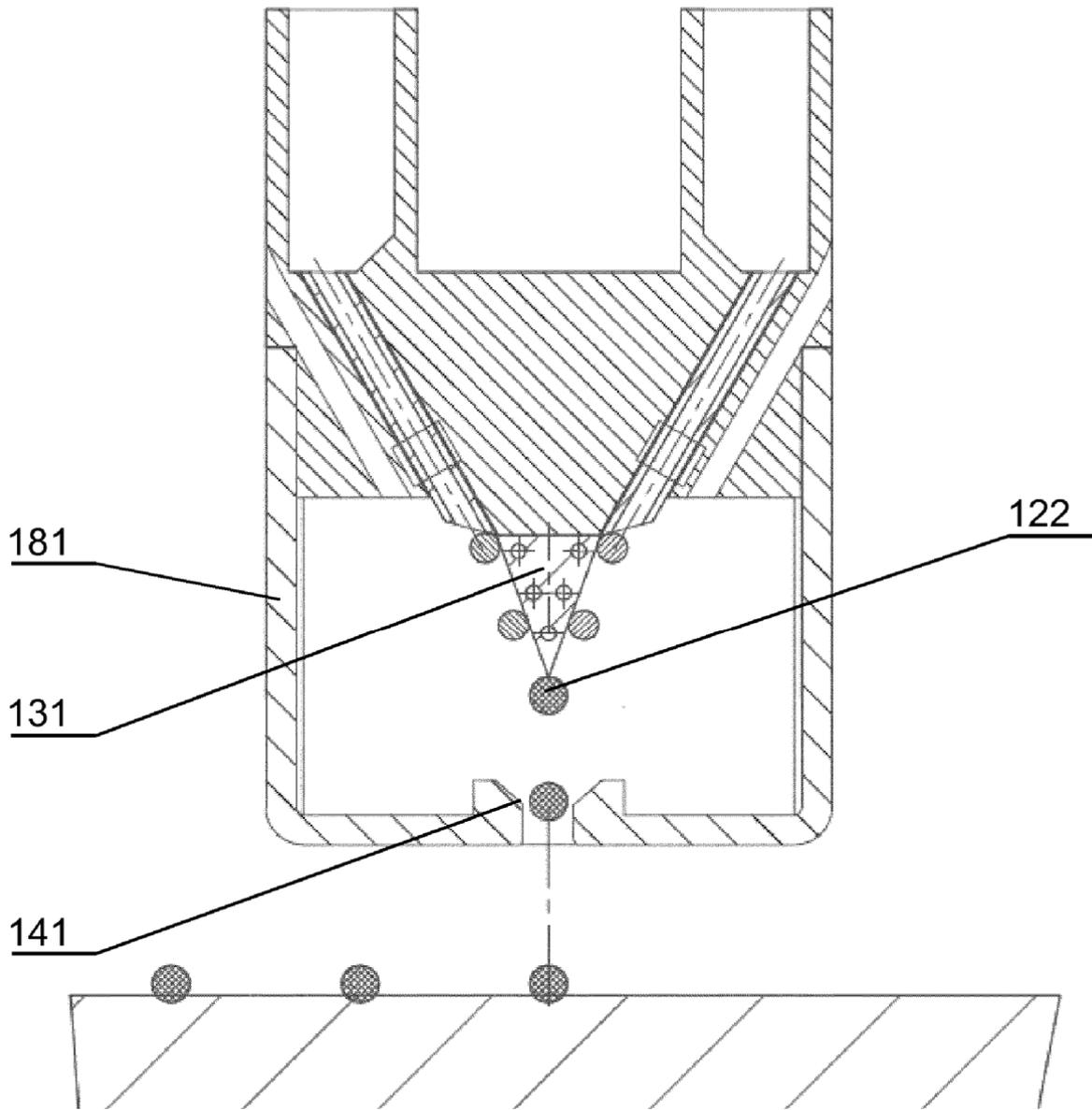


Fig. 2C

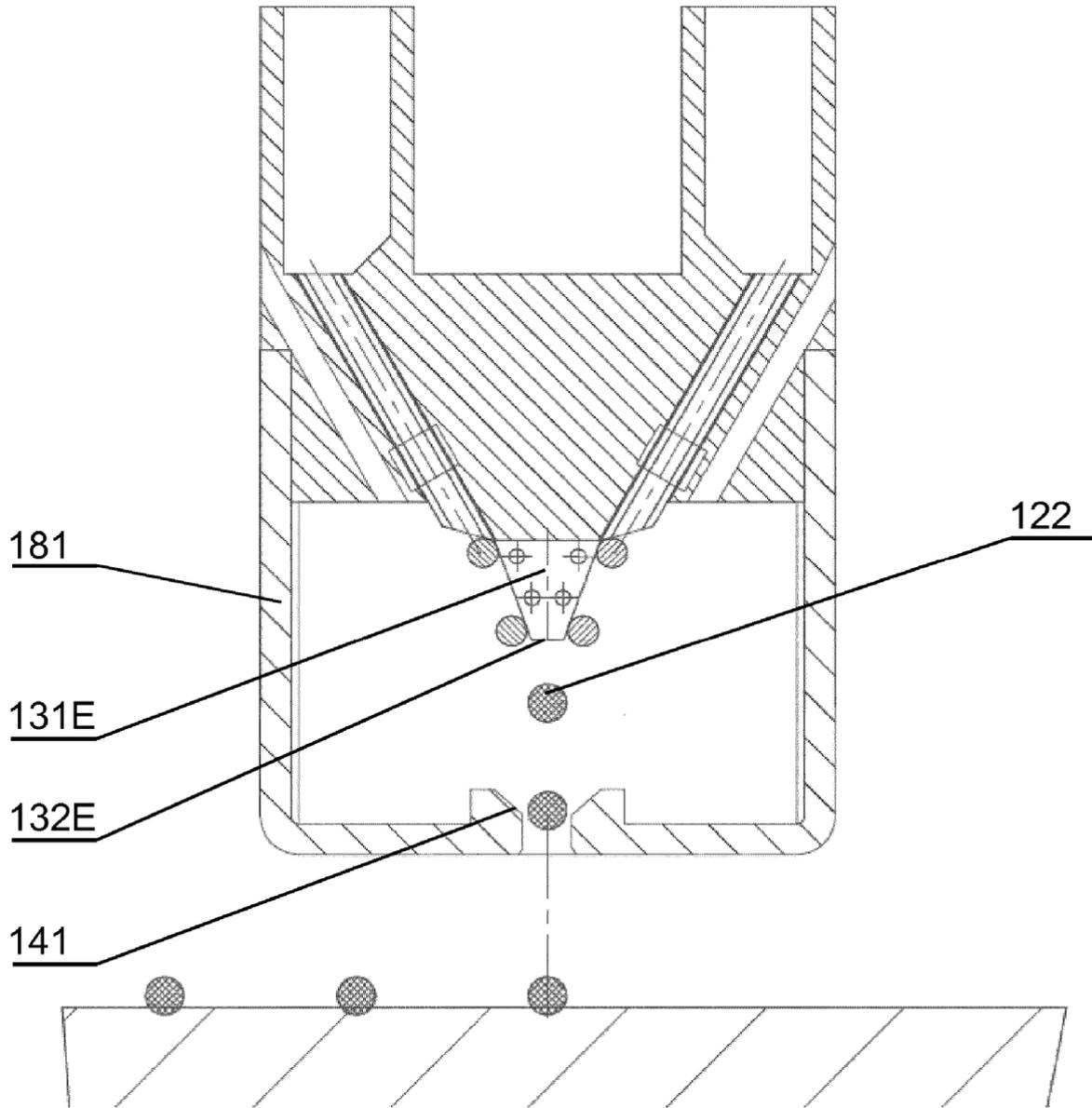


Fig. 2E

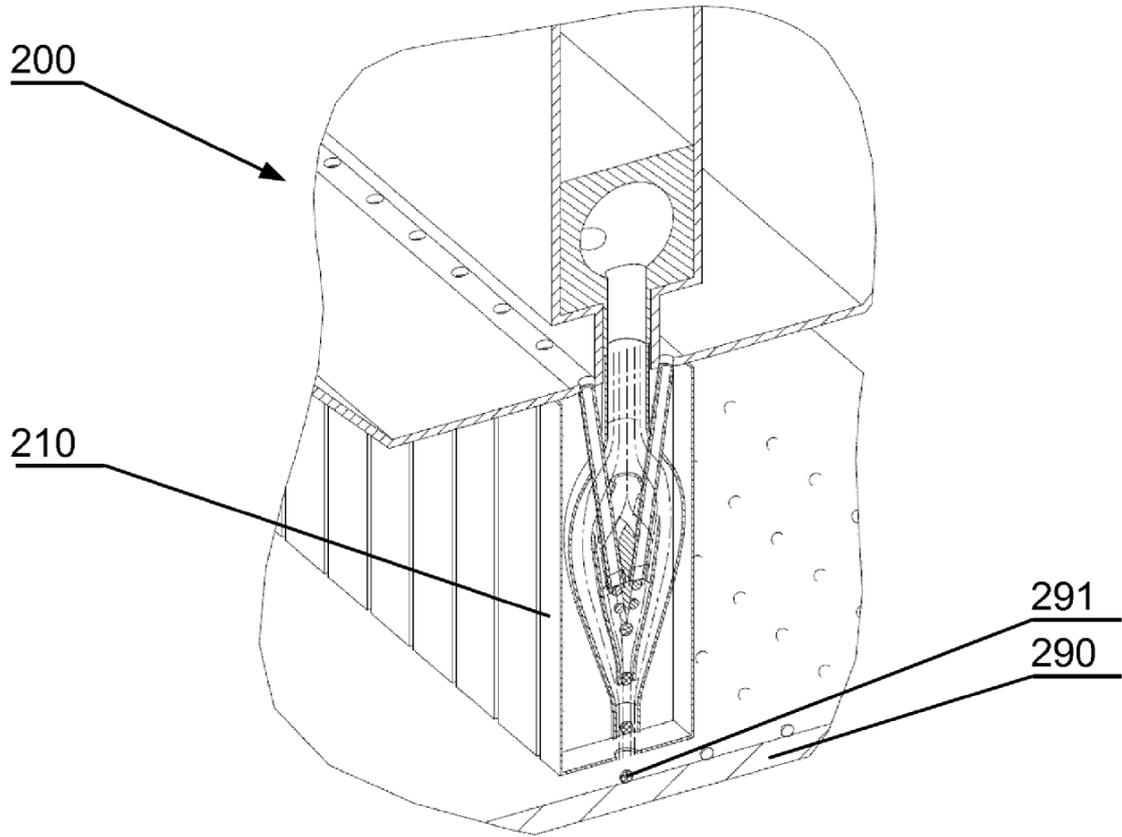


Fig. 3

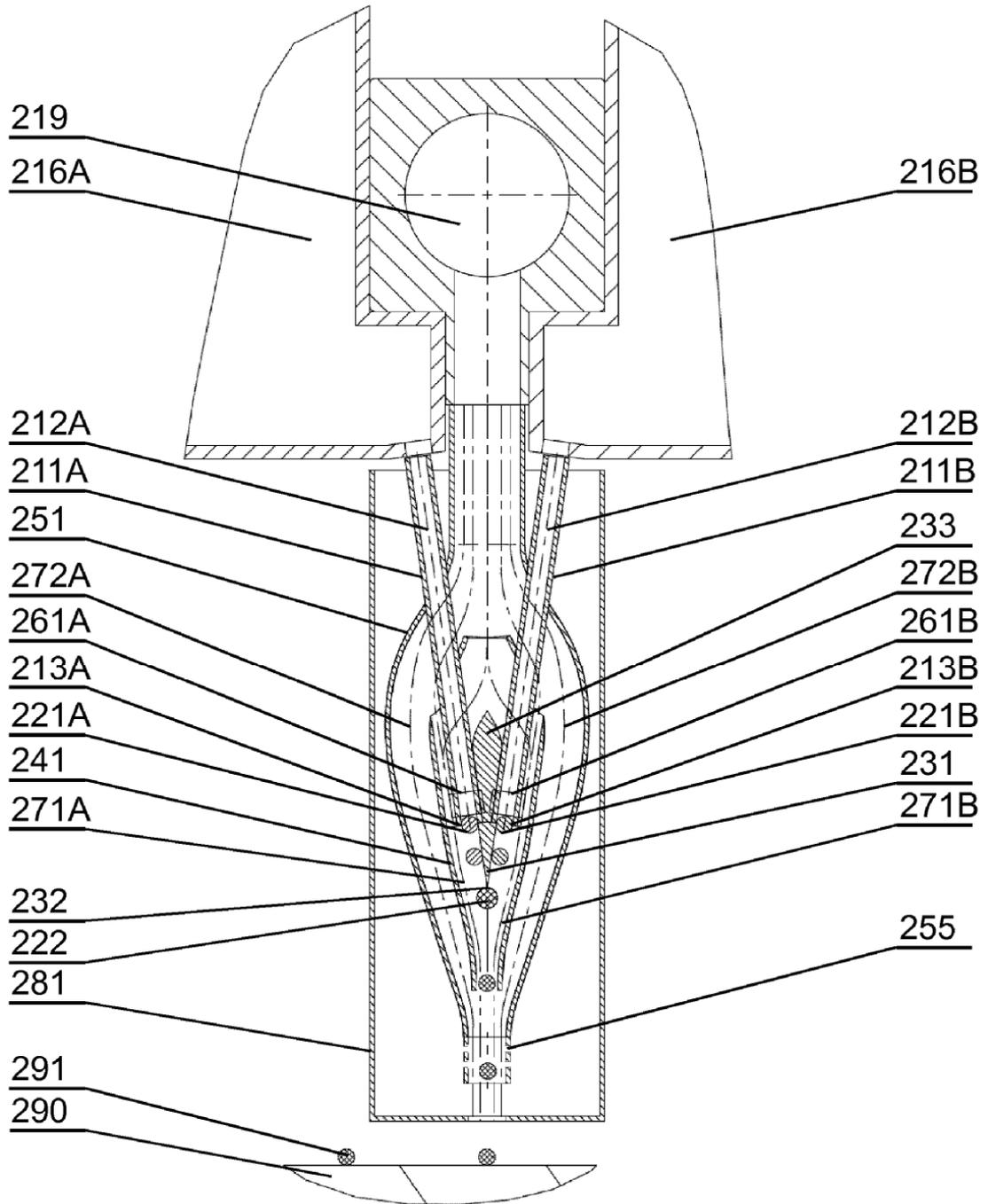


Fig. 4A

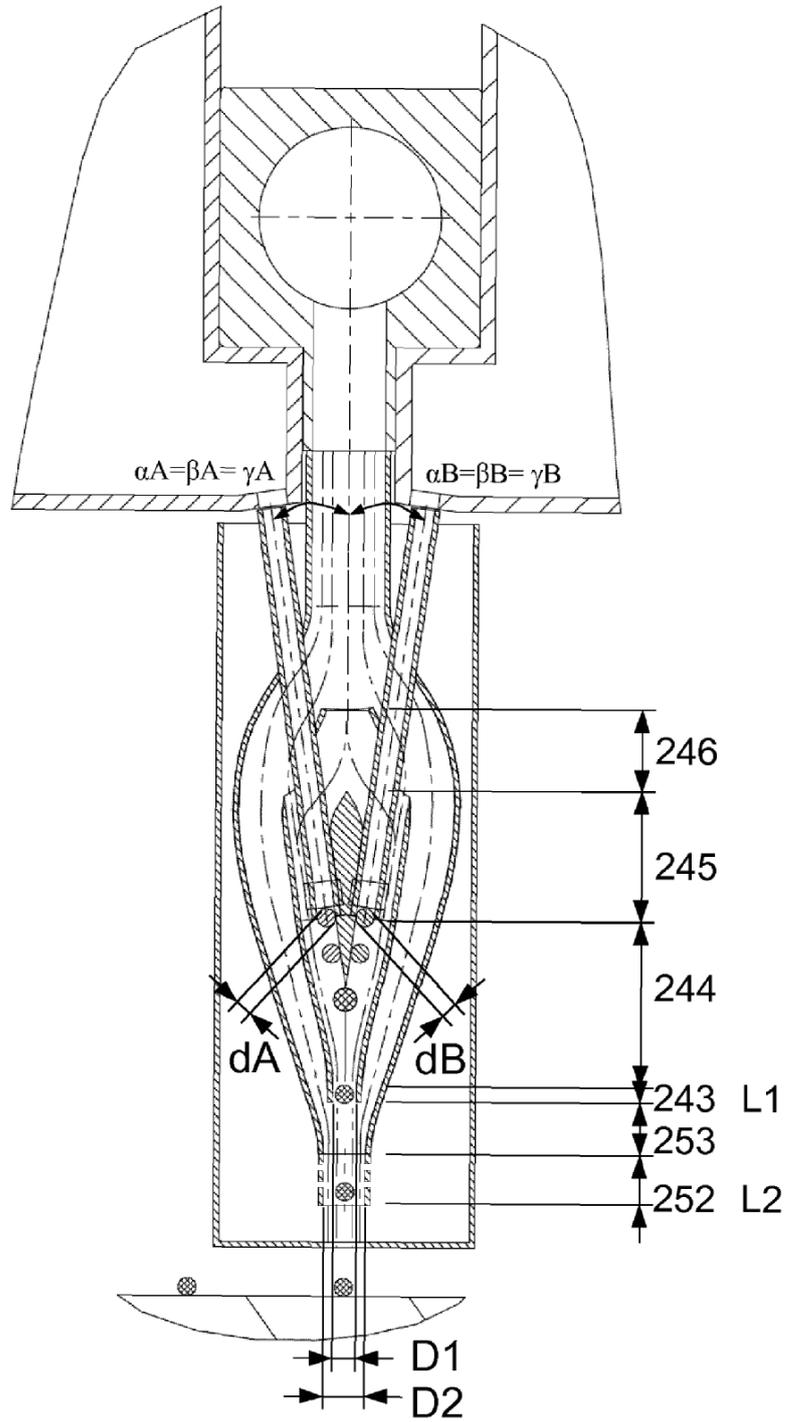


Fig. 4B

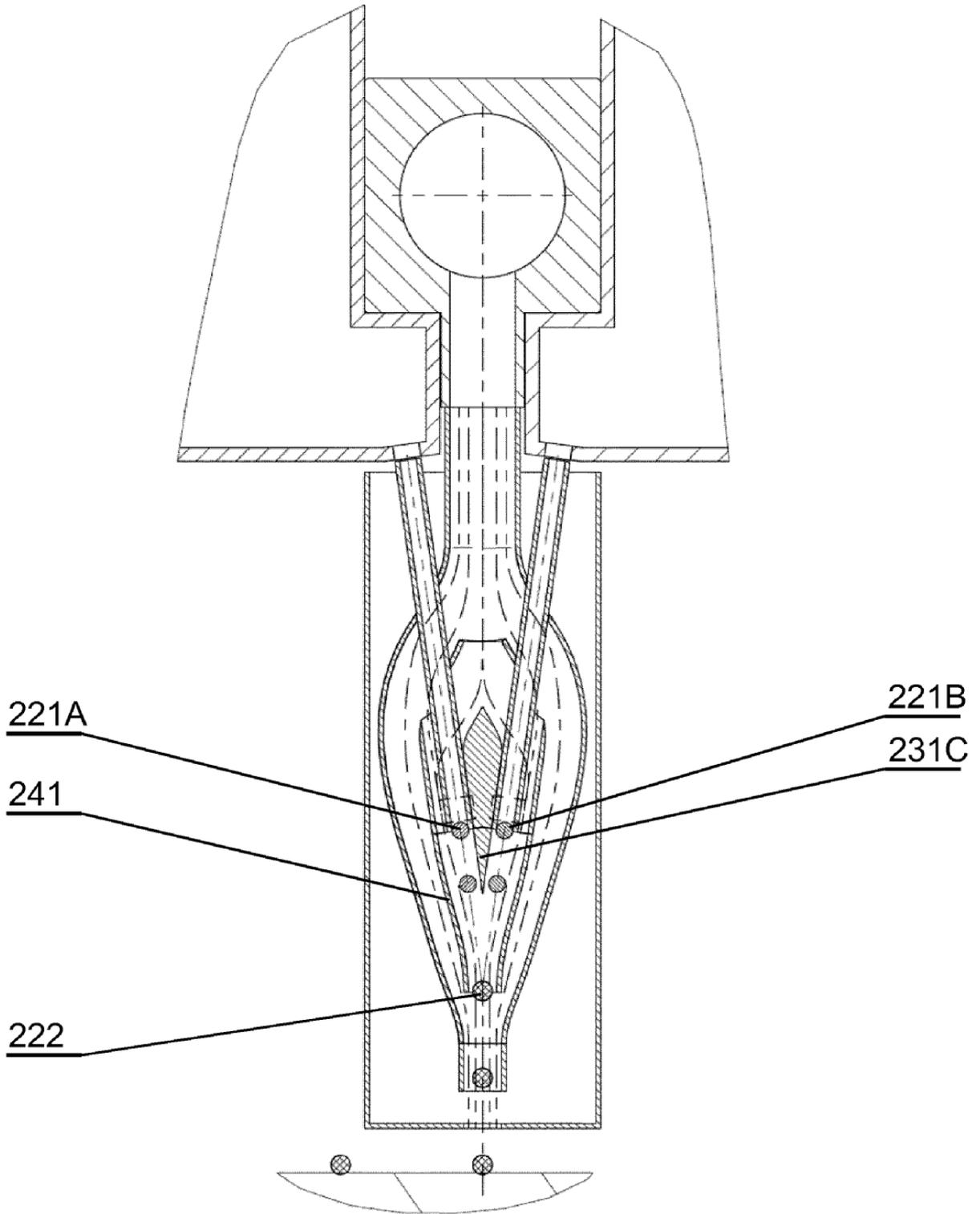


Fig. 4C

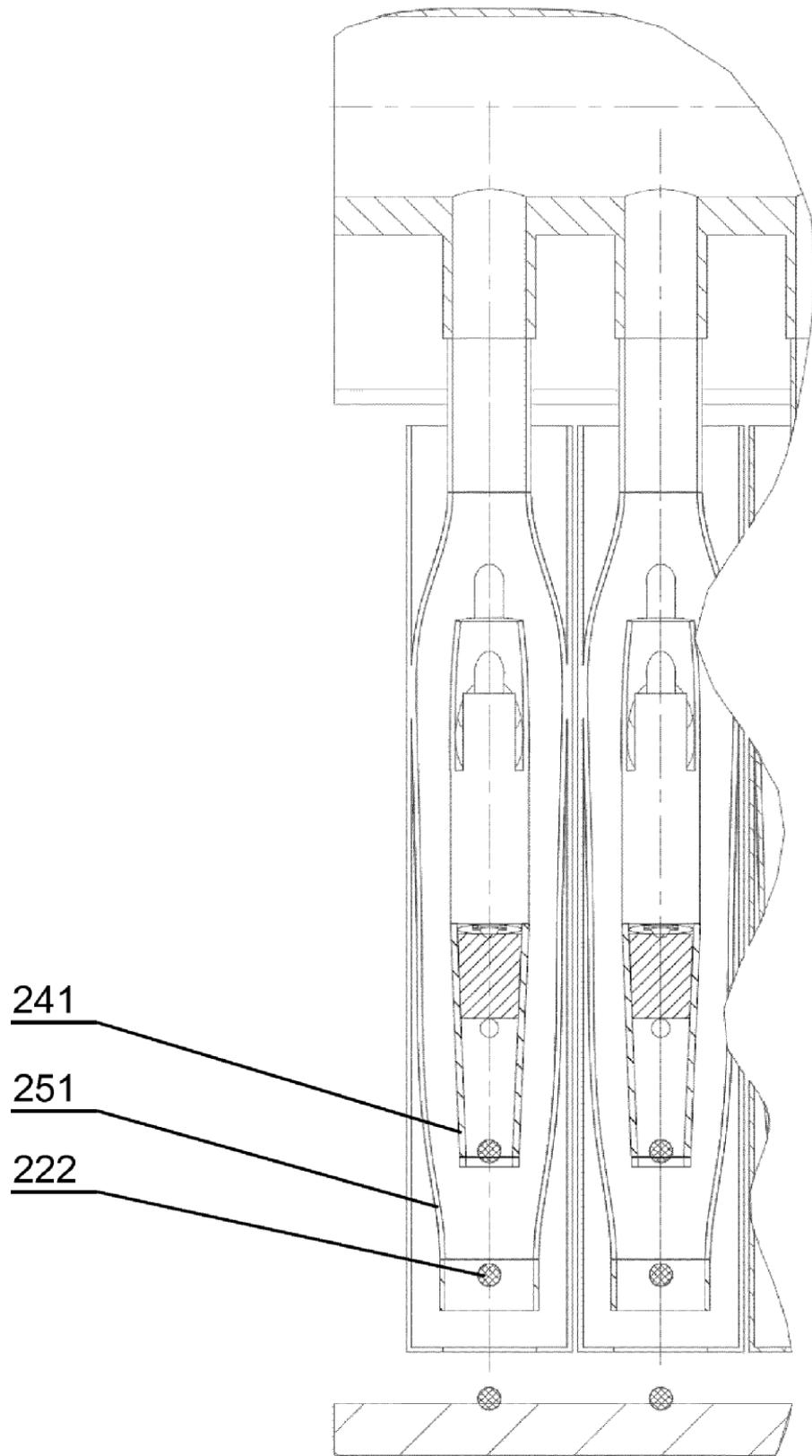


Fig. 5

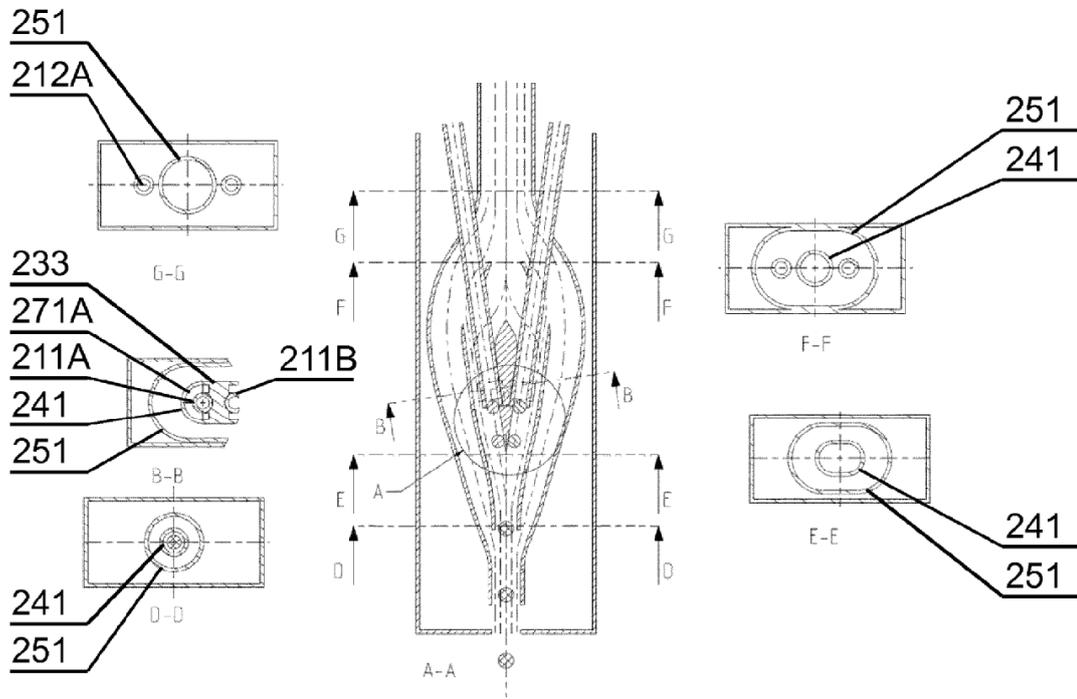


Fig. 6

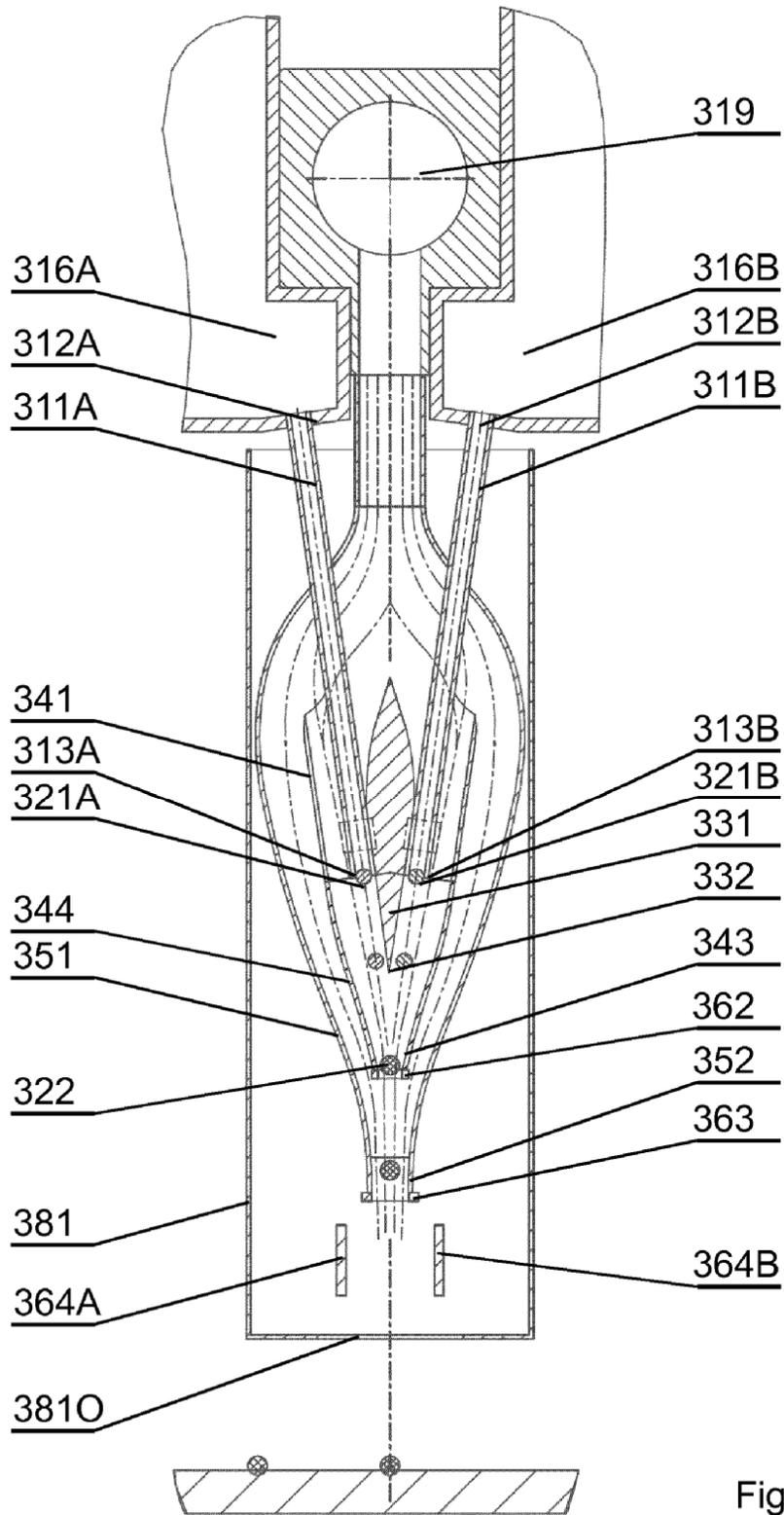


Fig. 7

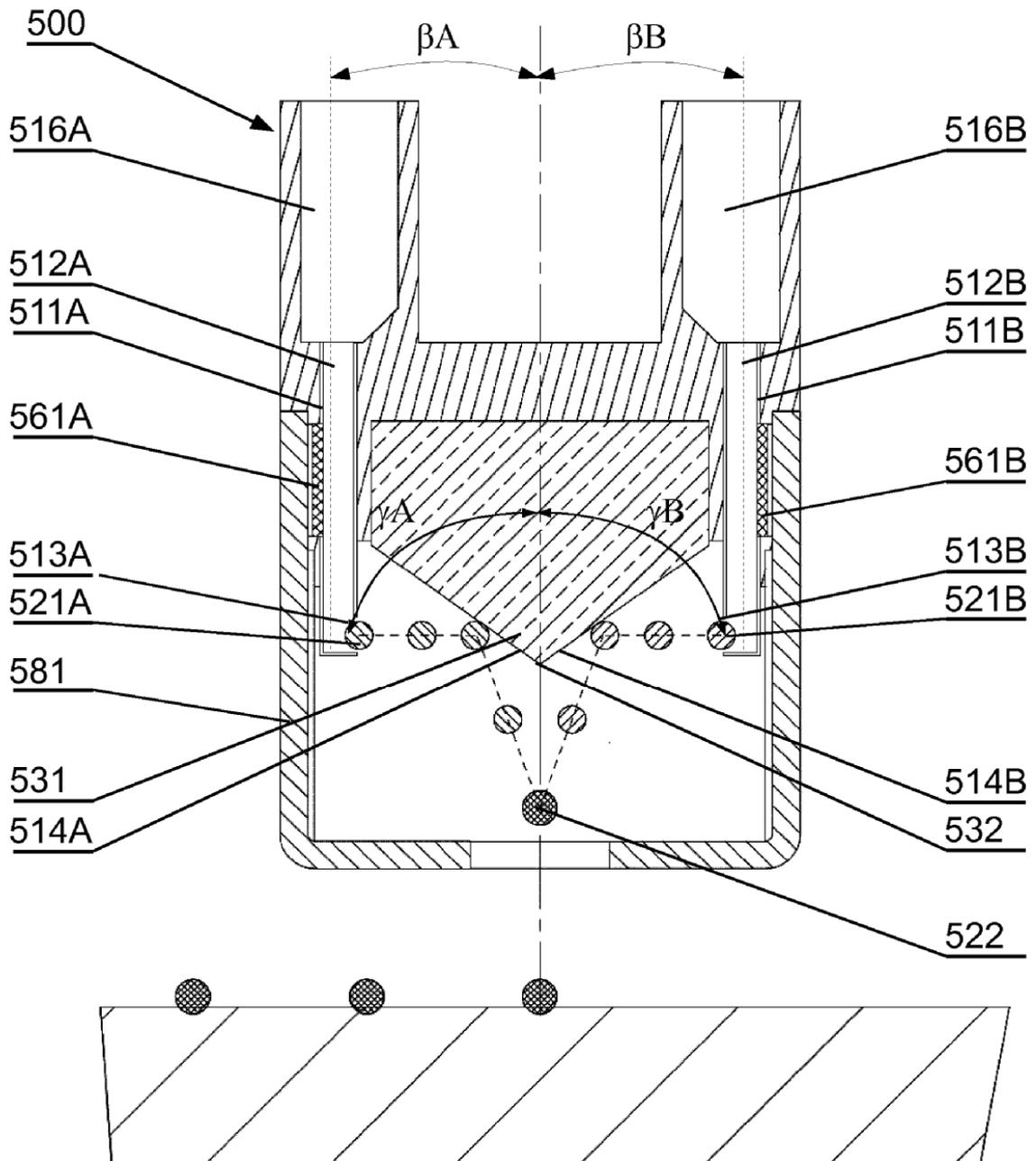


Fig. 9

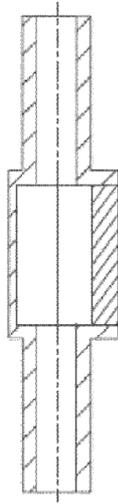


Fig. 10

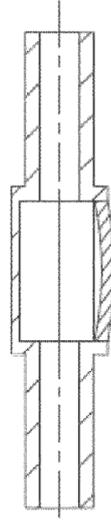


Fig. 11

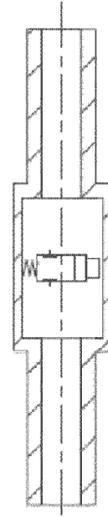


Fig. 12

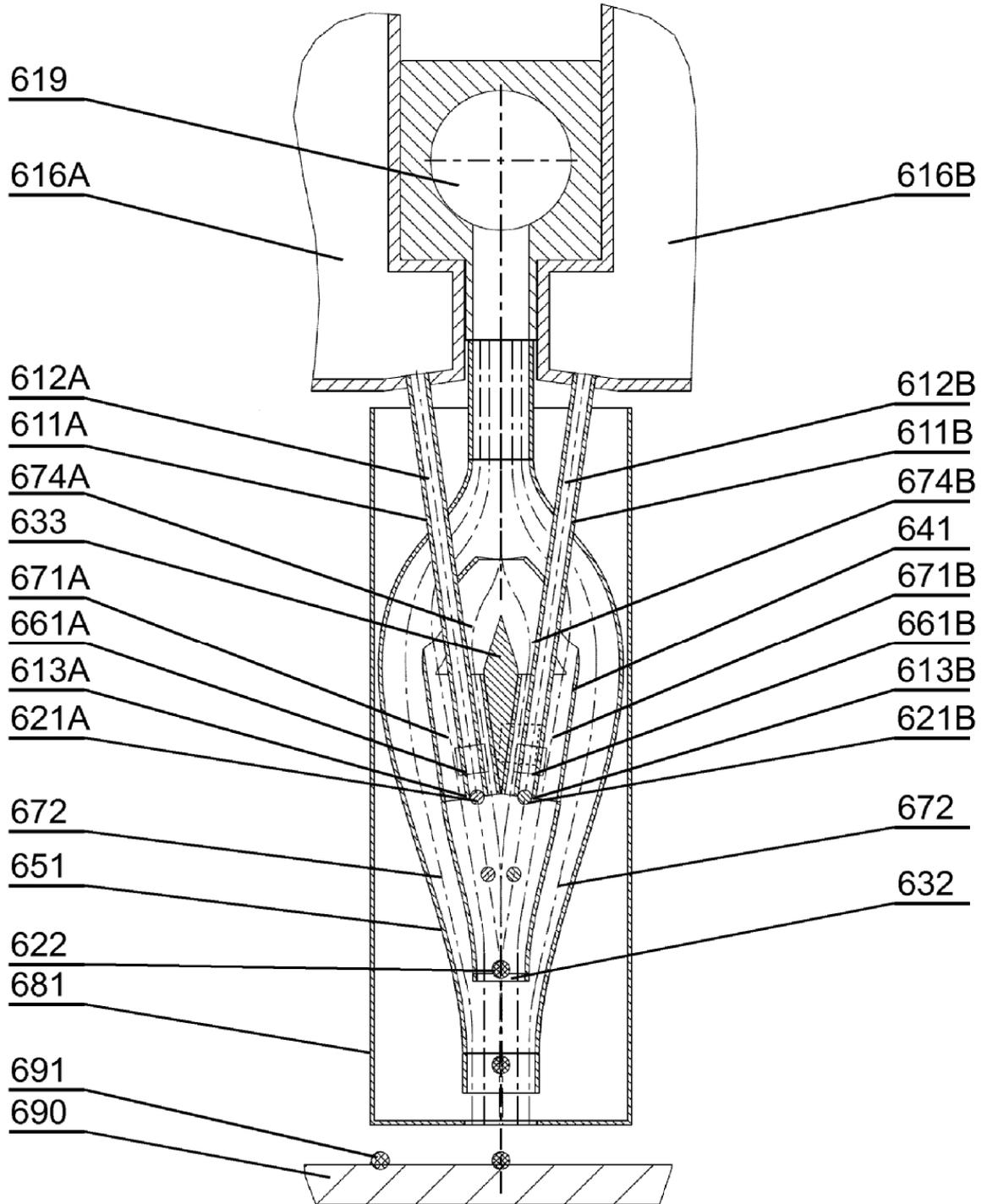


Fig. 13A

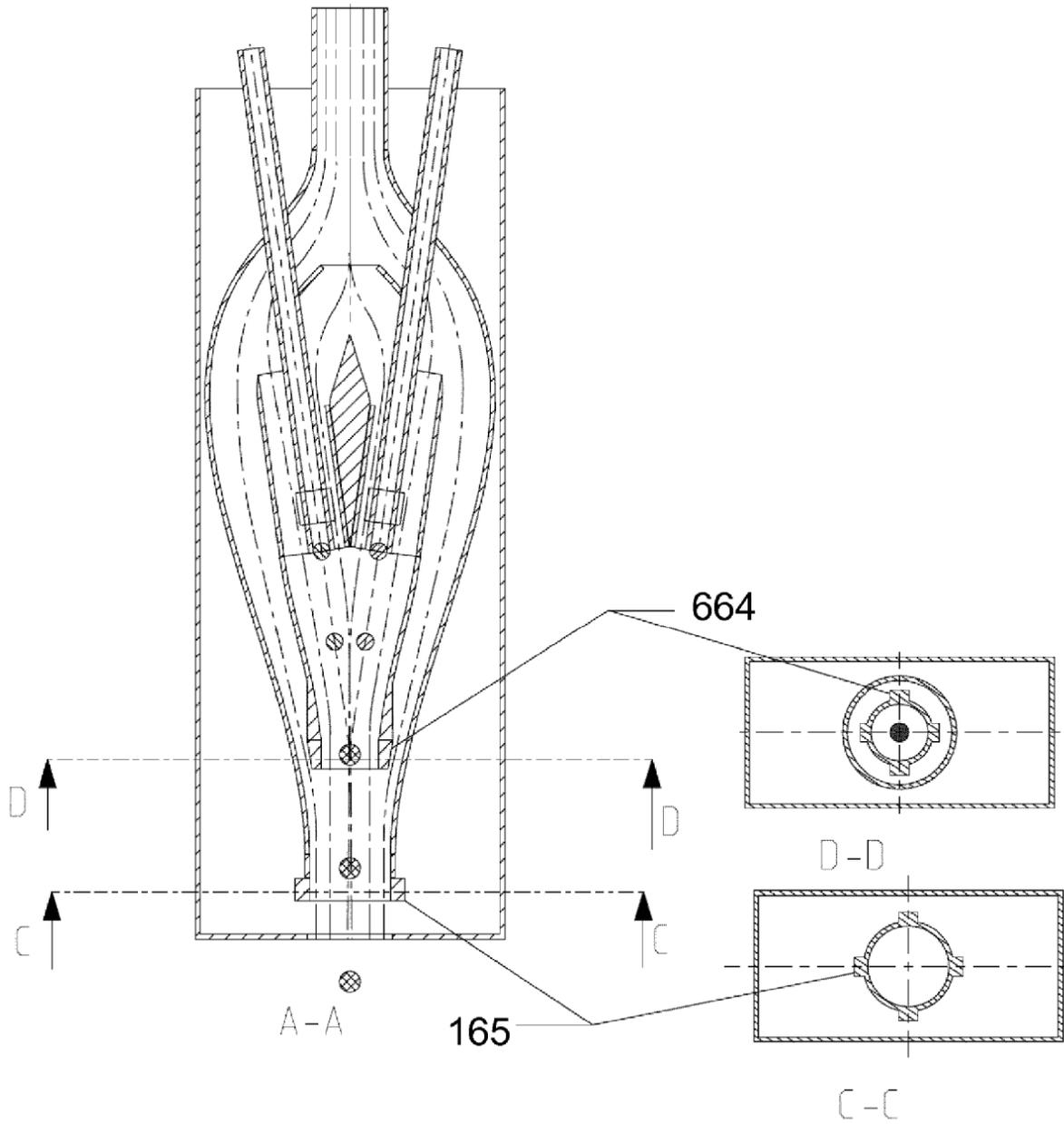


Fig. 13B

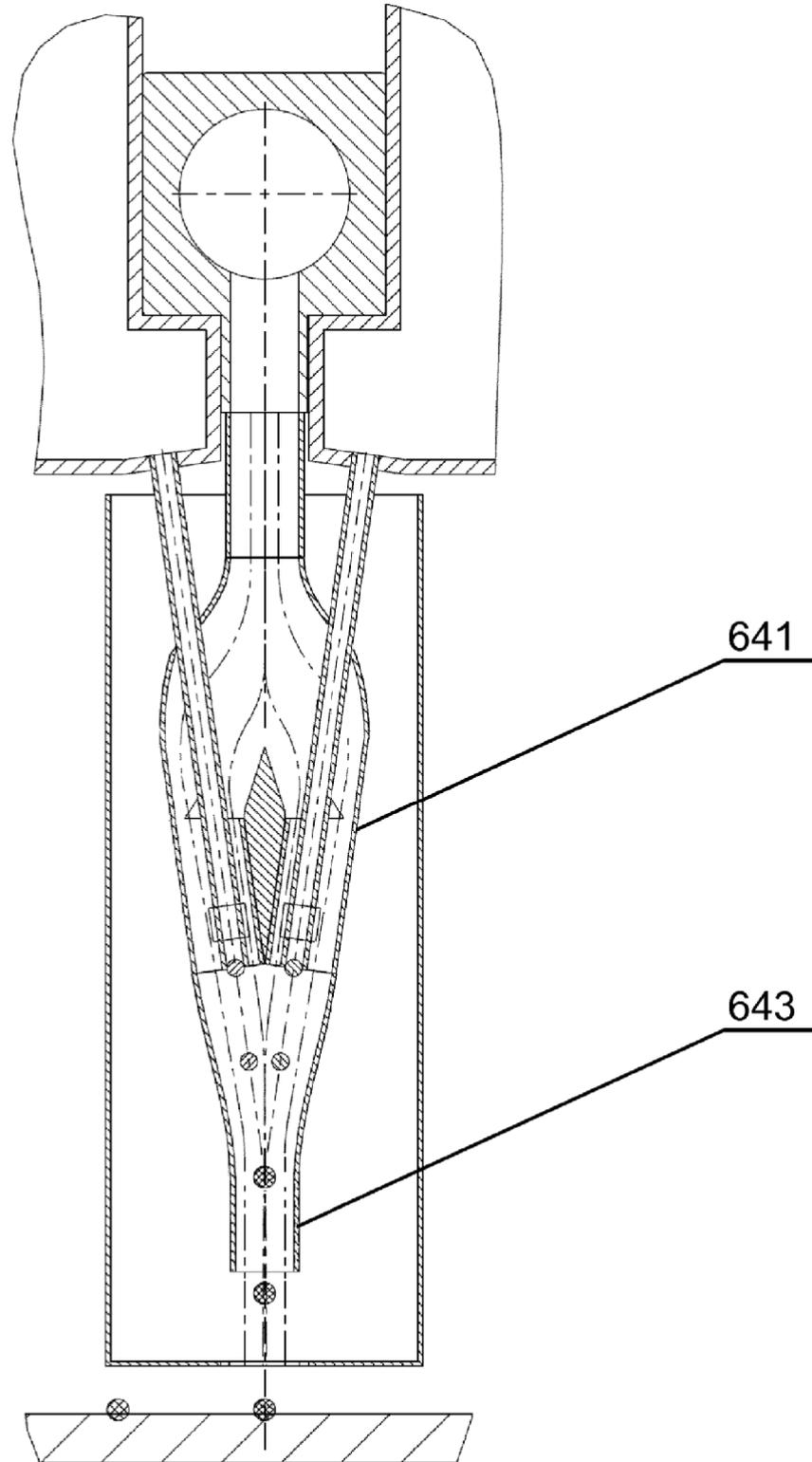


Fig. 13C

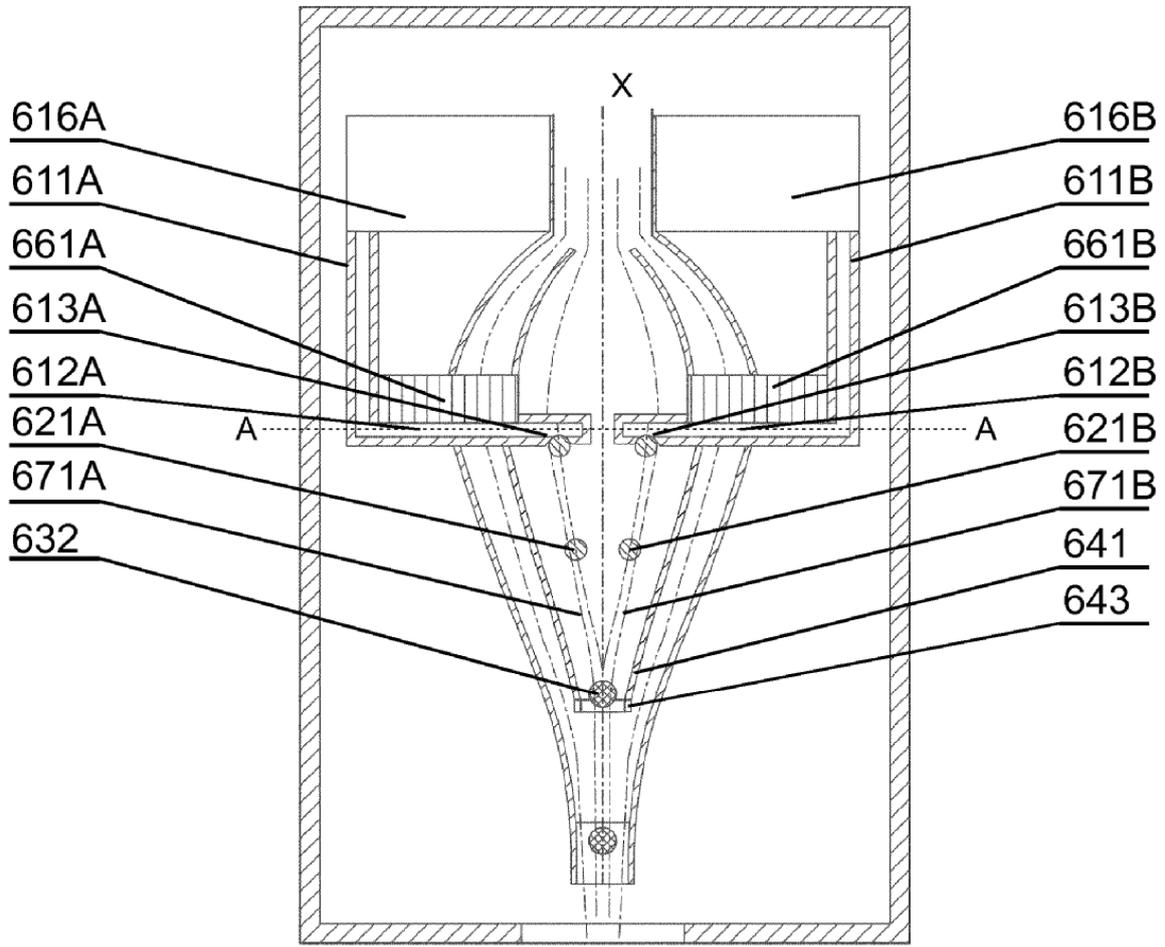


Fig. 13D

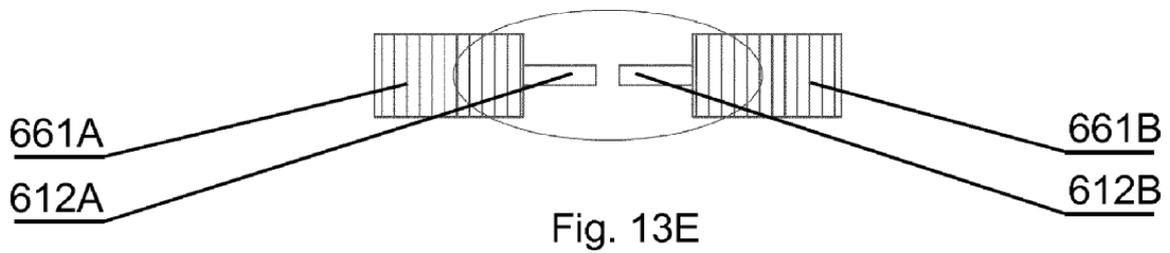


Fig. 13E

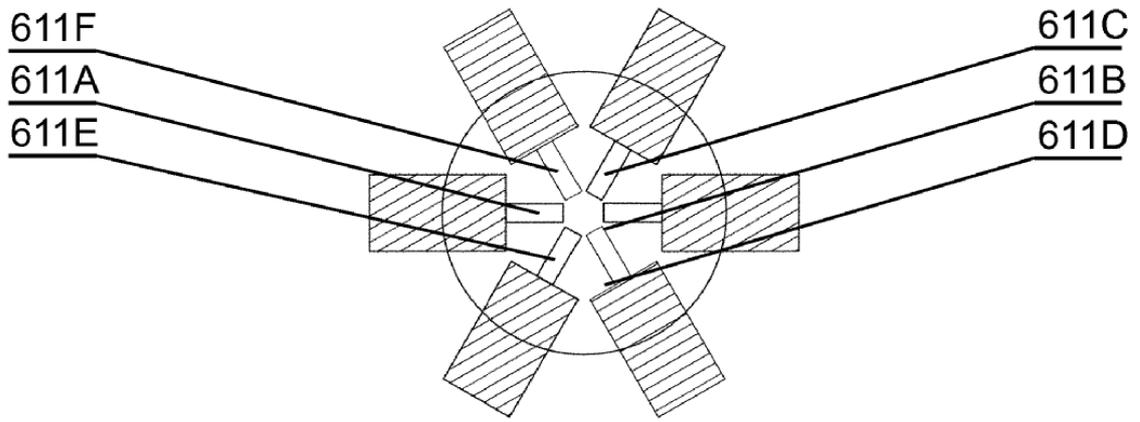


Fig. 13F

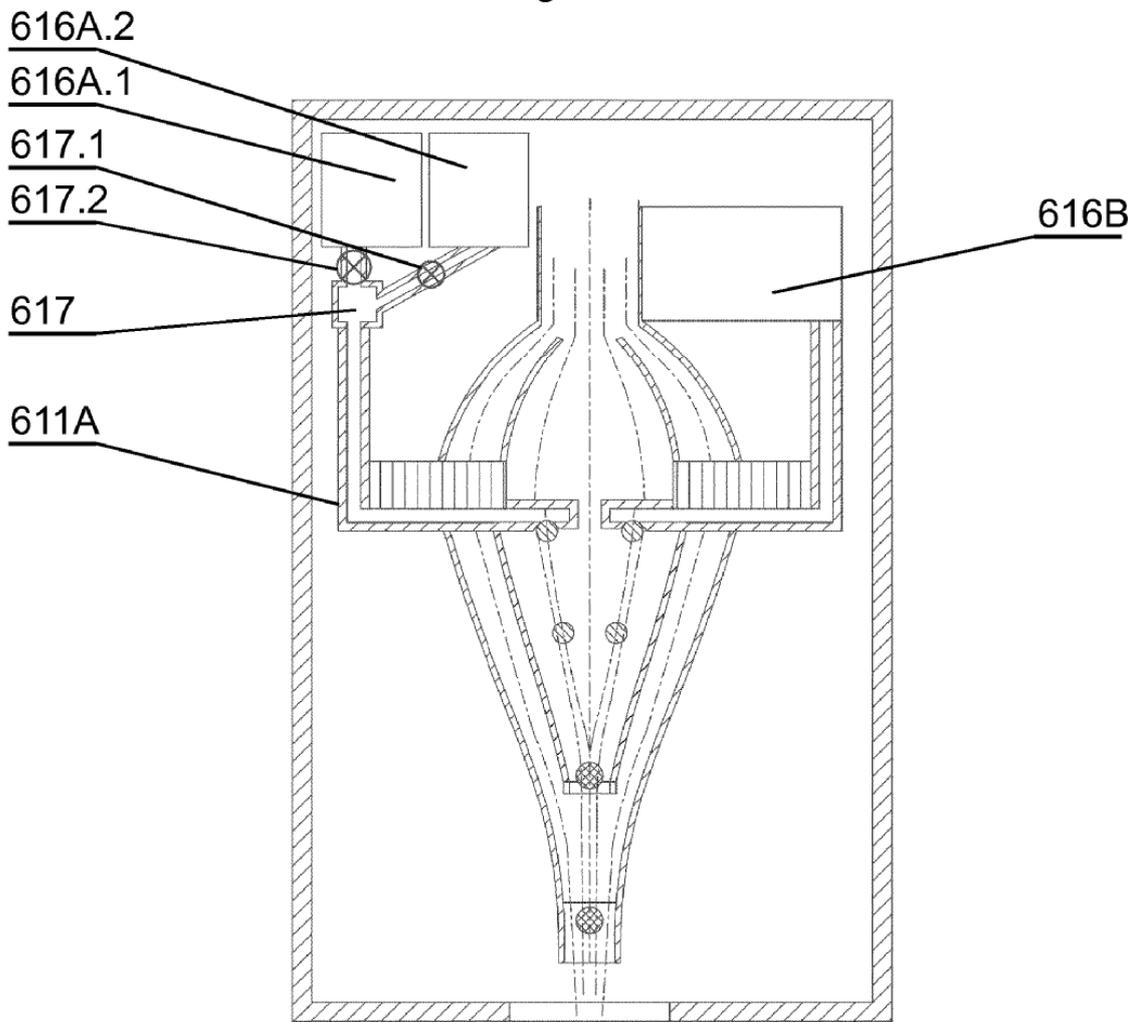


Fig. 13G

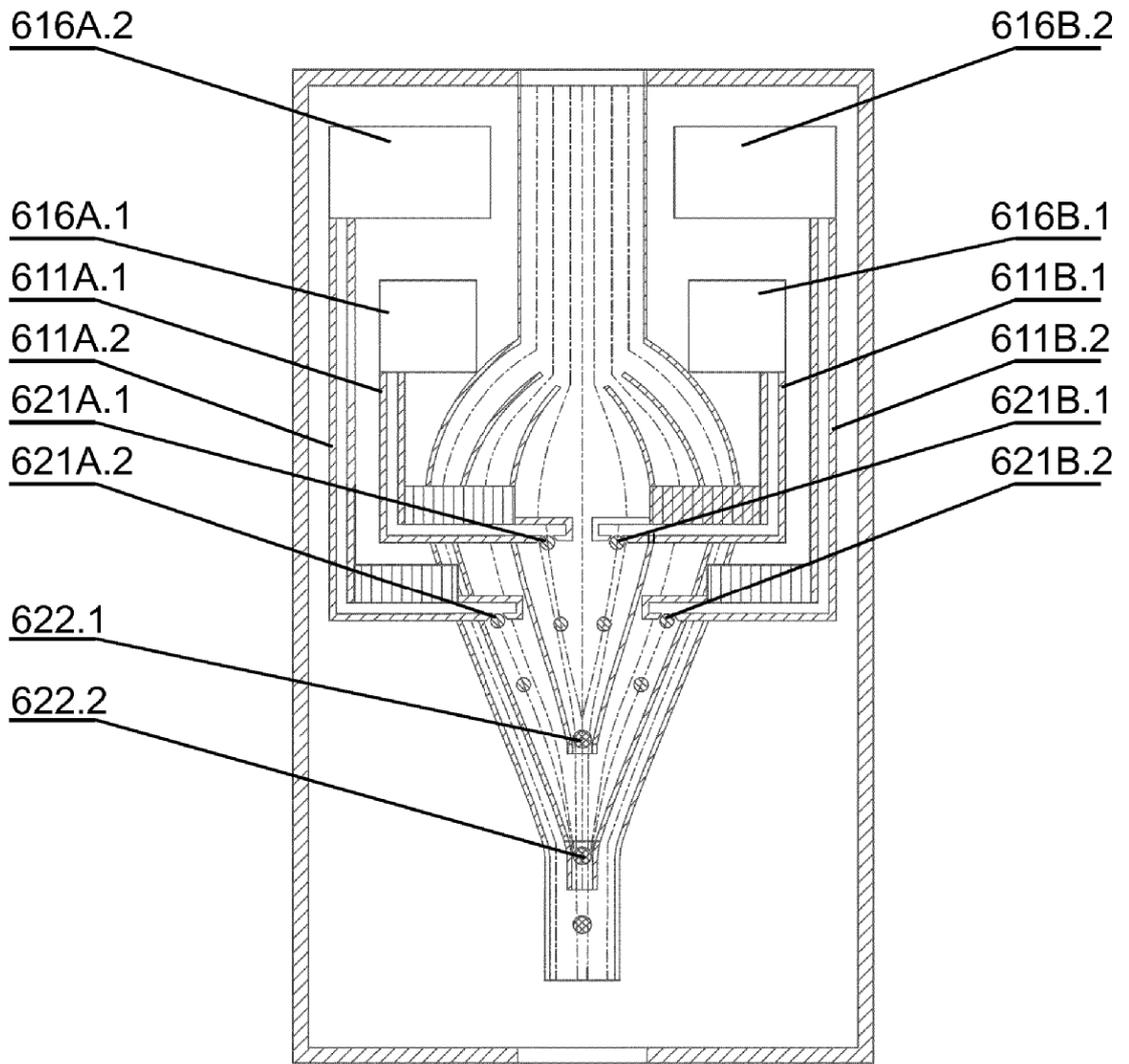


Fig. 13H

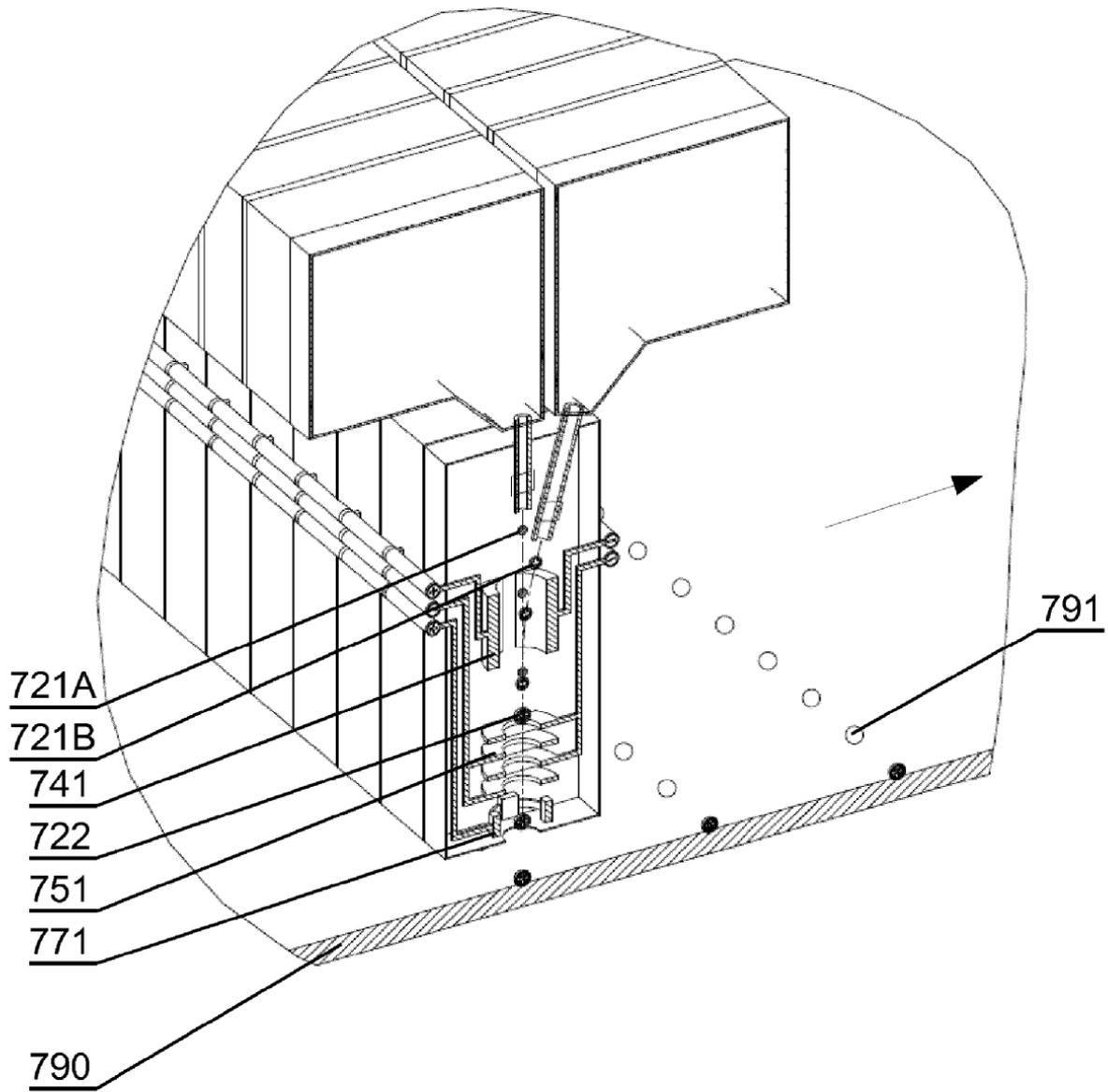


Fig. 14

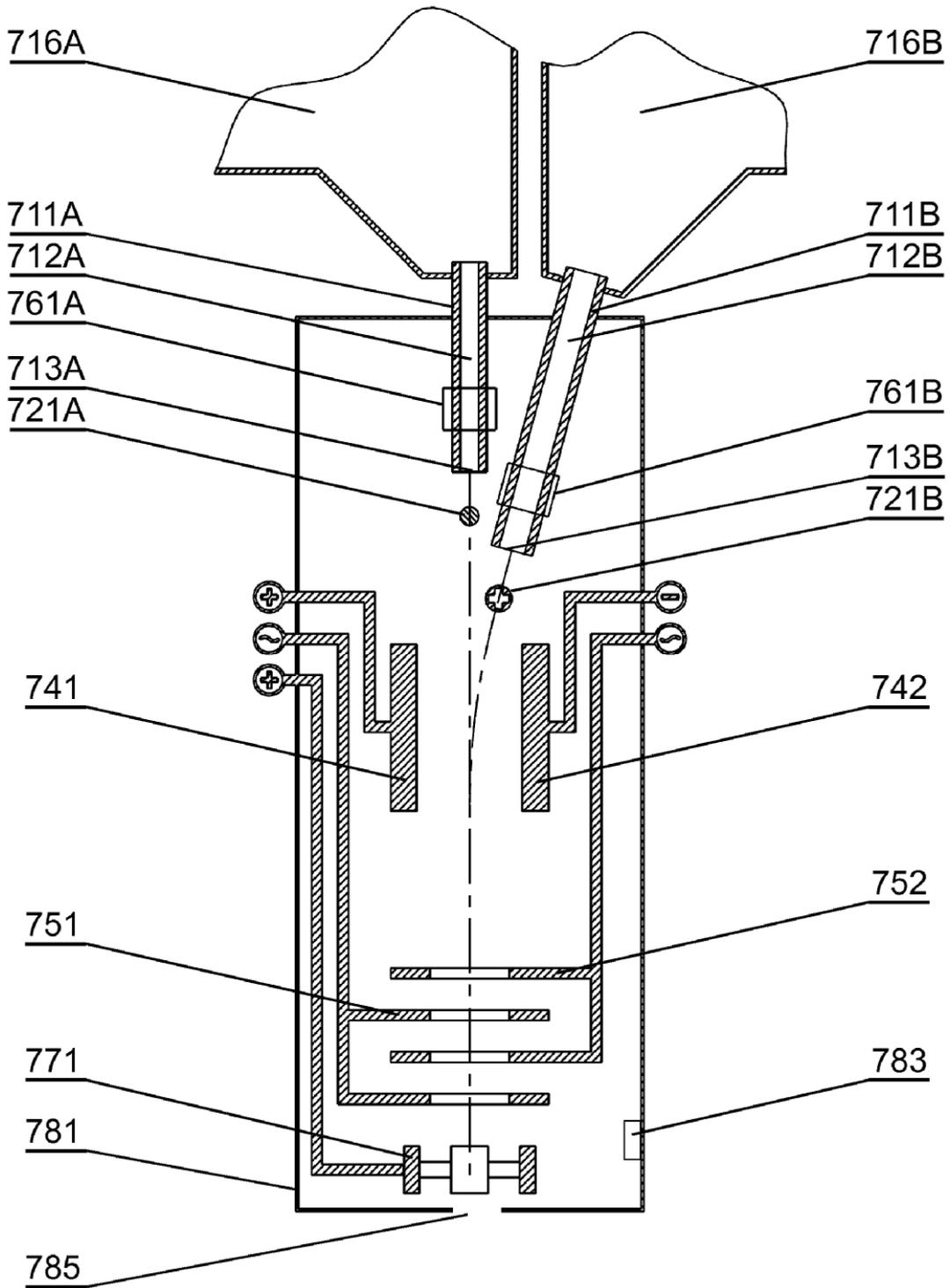


Fig. 15A

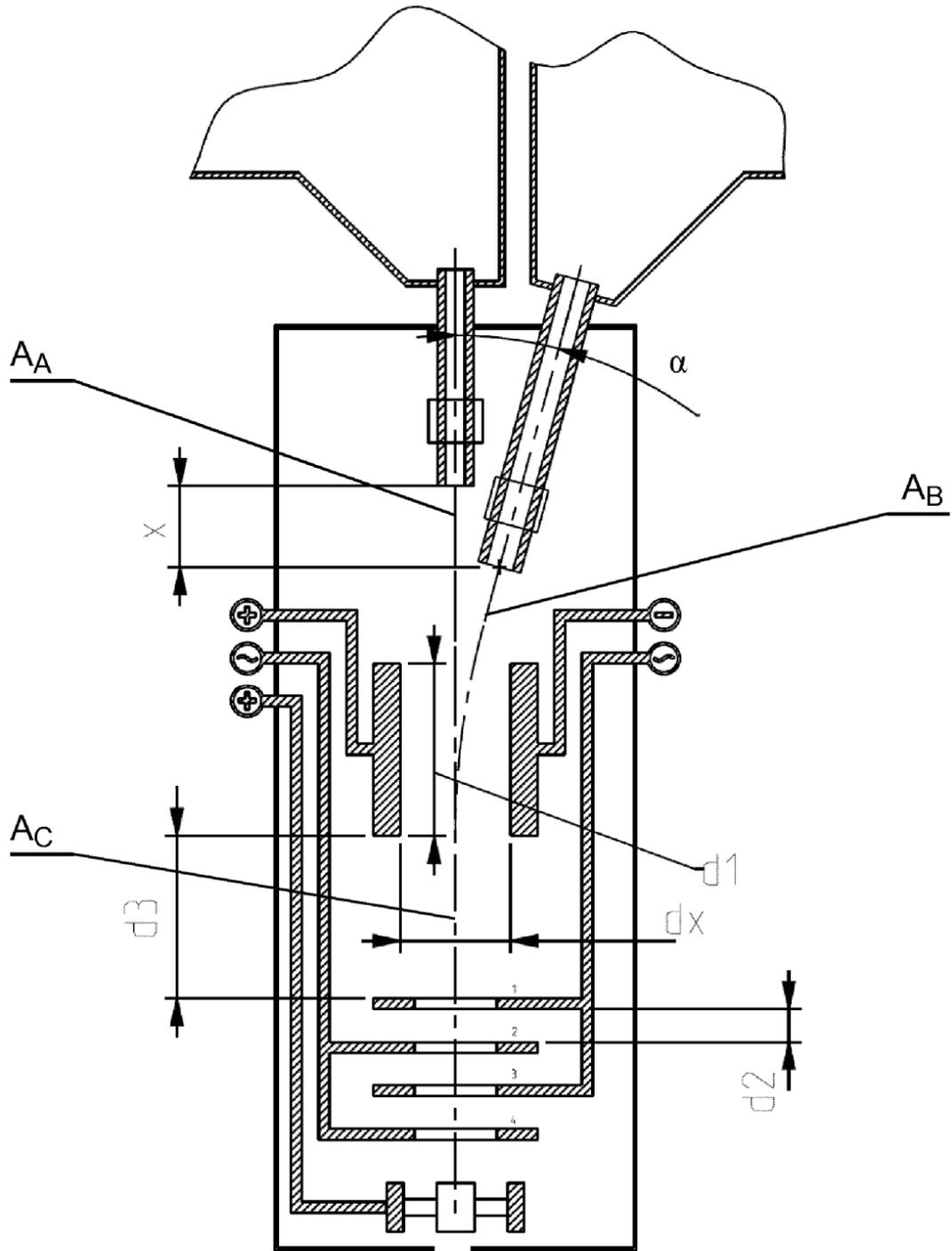


Fig. 15B

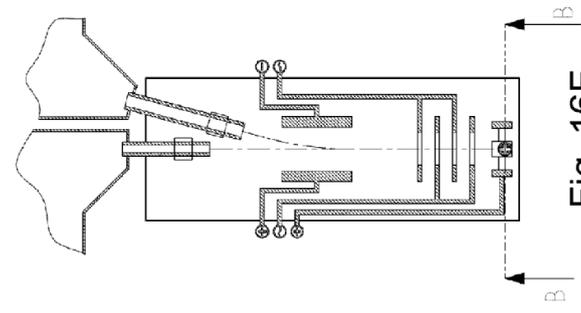


Fig. 16E

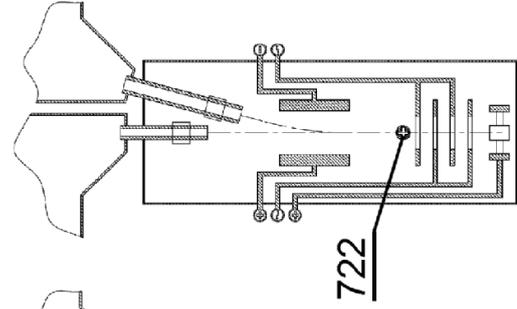


Fig. 16D

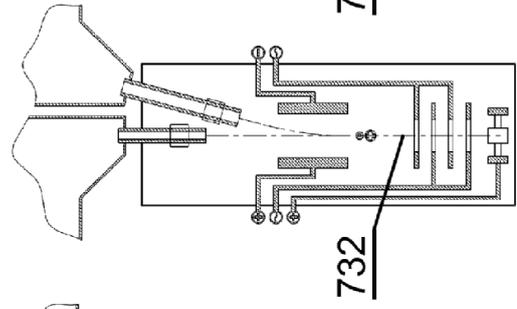


Fig. 16C

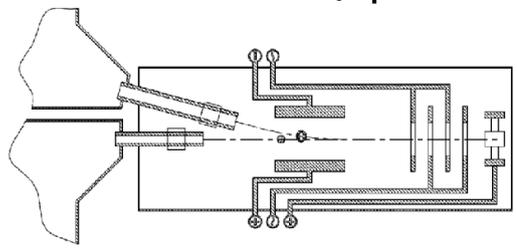


Fig. 16B

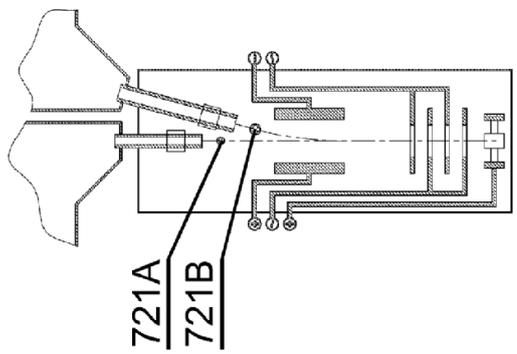


Fig. 16A

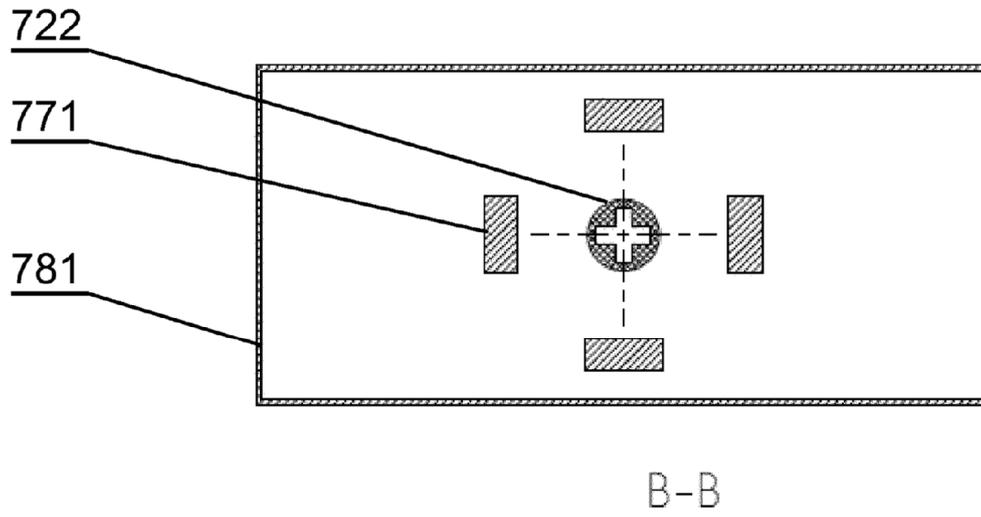


Fig. 17

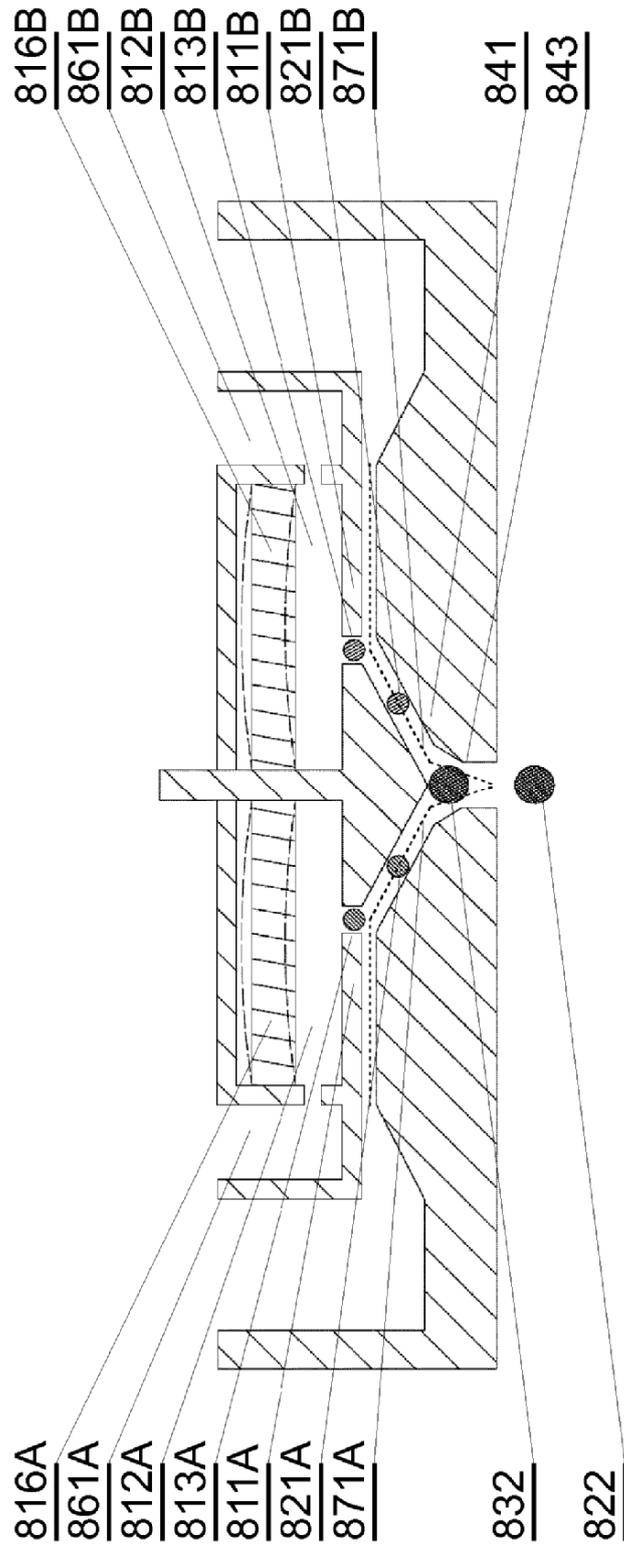


Fig. 18