

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 298**

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 15202705 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 3061613**

54 Título: **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
21.07.2015 EP 15177763

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.06.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

JEUTÉ, PIOTR y
ZAWADZKI, MACIEJ

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 673 298 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

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.

15 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
25 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.

30 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.

La solicitud de patente japonesa JP2010105163A divulga 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 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.

45 La solicitud de patente de Estados Unidos US20080074477 divulga 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 diana. 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 aguas abajo del grupo para combinarlas en una sola gota.

50 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.

55 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.

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.

5 La patente de Estados Unidos US8342669 divulga 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.

15 La solicitud de patente de Estados Unidos US2011/0181674 divulga 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.

20 La solicitud de patente japonesa JPH11227192 divulga un procedimiento y un aparato de impresión de inyección de tinta, en el que un cabezal de impresión tiene un tubo que se estrecha aguas abajo, a lo largo de la cual se sopla una corriente de aire. En la salida del tubo, hay boquillas que generan gotas de tinta en colores CMYK. El tubo que se estrecha aguas abajo termina en las boquillas. Las gotas de tinta se combinan fuera del cabezal de impresión para difundir en una gota combinada justo antes de golpear la superficie que se va a imprimir.

30 La solicitud de patente japonesa JPH11227227 divulga 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.

Sumario

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.

40 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.

45 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, donde 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.

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

Breve descripción de los dibujos

55 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;
 La figura 2D muestra esquemáticamente la tercera variante de la primera realización;
 5 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;
 10 La figura 8 muestra esquemáticamente la cuarta realización de la invención;
 Las figuras 9, 10, 11 muestran esquemáticamente diferentes dispositivos para propulsar una gota fuera de la boquilla;
 La figura 12A muestra esquemáticamente la primera variante de una quinta realización de la invención;
 La figura 12B muestra esquemáticamente la segunda variante de la quinta realización de la invención;
 15 La figura 12C muestra esquemáticamente la tercera variante de la quinta realización de la invención;
 Las figuras 12D-12F muestran esquemáticamente la cuarta variante de la quinta realización de la invención;
 La figura 12G muestra esquemáticamente la quinta variante de la quinta realización de la invención;
 La figura 12H muestra esquemáticamente la sexta variante de la quinta realización de la invención;
 La figura 13 muestra esquemáticamente un cabezal de impresión de acuerdo con una sexta realización.

20 **Descripción detallada**

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.

25 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.

30 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.

35 La cámara de reacción tiene preferiblemente en el punto de conexión, en el que se forma la gota combinada, un tamaño no menor que el tamaño esperado de la gota combinada, tal como para permitir una buena coalescencia de las gotas primarias.

40 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 alcance 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 opcionalmente con adición de colorante) y la segunda gota primaria de un iniciador (para ejemplo: catalizador tal como trimetilolpropano, 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 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).

55 En general, el primer líquido puede comprender un primer sistema de formación de polímero (preferiblemente, 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 (preferiblemente, 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 preferiblemente 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.

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

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

15 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 líquidos de las gotas primarias se unen debido a la colisión entre las gotas. La mezcla dentro de la gota se efectúa de manera mecánica 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.

20 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.

25 Si la caída combinada se forma de manera que tenga una temperatura mayor que la temperatura de la superficie a 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 individuales de la materia impresa (lo que es particularmente importante para la impresión 3D).

35 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

45 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.

50 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.

55 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 aguas abajo (preferiblemente, en forma de una cuña longitudinal o un cono) que separa las salidas 113A, 113B 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 y una segunda trayectoria a lo largo del separador 131 hacia su punta 132, donde se combinan para formar una gota 122 combinada, que se separa de la punta 132 separadora y se desplaza 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.

Los líquidos suministrados desde los dos depósitos 116A, 116B son un primer líquido (preferiblemente una tinta) y un segundo líquido (preferiblemente 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 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.

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), 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. Preferiblemente, el solvente asciende a un máximo del 10 %, preferiblemente 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, donde el contenido de solventes suele exceder el 50 % de la masa total de la gota durante el procedimiento de 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, es decir, cuando las gotas están en contacto con los componentes del cabezal 100, 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 donde las gotas se combinan en vuelo 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. En otras palabras, en el cabezal de inyección de tinta presentado, las gotas 121A, 121B de al menos dos componentes, que antes de la combinación tienen propiedades de líquidos estables, son guiadas a un punto de conexión en el que todavía se mantienen en contacto con los componentes del cabezal, es decir, con el separador 131 hasta su punta 132. Por lo tanto, durante la combinación y la coalescencia de las gotas 121A, 121B primarias, están en contacto con los componentes del cabezal.

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 9), piezoeléctrico (figura 10) o de válvula (figura 11). En el caso de la válvula, el líquido tendría que ser entregado a la presión adecuada.

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.

10 Los ángulos de inclinación α_A , α_B son posibles de 0 a hasta 90 grados, preferiblemente de 5 a 75 grados, y más preferiblemente de 15 a 45 grados.

15 Preferiblemente, 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.

20 El separador 131 tiene preferiblemente una longitud L_A , L_B de su pared lateral 114A, 114B, respectivamente, medida desde la salida 113A, 113B 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.

25 La superficie del separador 131 tiene preferiblemente 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 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 preferiblemente 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 comprende 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 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 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. La trayectoria de vuelo de las gotas 121A, 121B primarias y de la gota 122 combinada se controla adicionalmente por medio de las corrientes de gas suministradas desde las boquillas 119A, 119B de suministro de gas.

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 aguas abajo del tubo 141 tiene preferiblemente una sección transversal de un diámetro sustancialmente igual al diámetro deseado de la gota 122 combinada, o alternativamente no es más pequeño que al menos el 80 % de la sección transversal de la gota 122 combinada. Por lo tanto, en la salida aguas abajo del tubo 141 se forma una especie de boquilla de inmersión combinada neumática, a través de la cual se empuja la gota gracias a su energía cinética. 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. El tubo 141 está situado a cierta distancia del punto de conexión, que en esta variante está en la punta del separador 131.

La tercera variante de la primera realización, como se muestra en la figura 2D, difiere de la segunda variante de la figura 2C en que el tubo 141 se encuentra en el punto de conexión, de manera que es a la vez el tubo 141 y la punta del separador 131 que funcionan conjuntamente como medios para restringir la libertad de combinación de las gotas primarias en una gota combinada en el punto de conexión. Por lo tanto, el tubo 141 funciona tanto como medios de restricción como una boquilla de gota combinada. En otras palabras, el punto 132 de conexión está ubicado en la salida de la cámara de reacción.

La cuarta variante de la primera realización, como se muestra en la figura 2E, difiere 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. Para corregir cualquier irregularidad que pueda haber aparecido en la gota 122 combinada debido a su coalescencia libre, el tubo 141 se usa para atrapar la gota 122 combinada y para formar un diámetro deseado y alinearla con un eje de flujo deseado. El tubo 141 está separado aquí aguas abajo del punto de conexión.

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, donde se combinan para formar una gota 222 combinada, que se separa de la punta 232 separadora y se desplaza hacia la superficie a imprimir.

5 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 (por ejemplo, una boquilla de suministro de gas), que tiene una presión preferiblemente 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
10 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 desarrola 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. Preferiblemente, en el punto de
15 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
20 ser, por ejemplo, de tipo térmico (figura 9), piezoeléctrico (figura 10) o de válvula (figura 11). 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 preferiblemente una sección transversal constante, redonda de un diámetro D1 sustancialmente igual al diámetro deseado dC de la gota 222 combinada.
25 Alternativamente, la sección transversal de la primera sección 243, preferiblemente no es menor que al menos el 80 % de la sección transversal de la gota 222 combinada. Por lo tanto, a la salida del recinto 241 primario en el extremo aguas 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
30 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
35 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 aguas 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 situadas aguas arriba de la segunda
40 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, donde es bloqueado por el elemento 233 de bloqueo, que a continuación forma el
45 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
50 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 preferiblemente 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 preferiblemente 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, preferiblemente al menos no más baja que la velocidad de la gota en el área de la
55 sección 244 y más alta de nuevo en la boquilla 243, donde 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 preferiblemente más energía cinética a la gota 222 al salir de la boquilla 243.
60

En cualquier caso, en la segunda sección 244 del recinto 241 primario, la corriente 271A, 271B de gas está

configurada preferiblemente 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, preferiblemente 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 (preferiblemente una tinta) y un segundo líquido (preferiblemente 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 primario. 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, 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 aguas 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 preferiblemente 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, donde 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, es decir, la gota 222 combinada forma una forma y unas dimensiones definidas por la entrada de la primera sección 243, 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. En otras palabras, en el cabezal de inyección de tinta presentado, las gotas 221A, 221B de al menos dos componentes, que antes de la combinación tienen propiedades de líquidos estables, son guiadas a un punto 232 de conexión en el que todavía se mantienen en contacto con los componentes del cabezal, es decir, con las paredes laterales de la primera sección 243 del recinto 241 primario. Por lo tanto, durante la combinación y la coalescencia de las gotas 221A, 221B primarias, están en contacto con los componentes del cabezal.

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 aguas 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, preferiblemente de 5 a 75 grados, y más preferiblemente 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 preferiblemente una longitud L1 no más corta que el diámetro dC de la gota 222 combinada, y preferiblemente 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, preferiblemente cubiertas de material que tiene un alto ángulo de contacto con el líquido de las gotas primarias. La corriente de gas evita preferiblemente 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 aguas 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 preferiblemente 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 preferiblemente aguas abajo tal como dirigir la corriente 272 de gas hacia el eje central. La primera sección 252 de salida del recinto 251 secundario tiene preferiblemente una sección transversal redonda y un diámetro D2 que es preferiblemente mayor (preferiblemente, 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. Preferiblemente, el diámetro D2 es al menos 2 veces mayor que el diámetro dC de la gota combinada. Preferiblemente, 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.

5 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.

10 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).

15 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 trayectoria de vuelo de la gota 222 combinada se controla por medio de las corrientes 271A, 271B, 272A, 272B de gas y por medio de la superficie de los elementos del cabezal de impresión, concretamente la superficie interna de la primera sección 243 del recinto 241 primario.

25 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 aguas abajo 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

35 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.

40 Por otra parte, aguas 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.

45 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

50 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.

55 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 aguas 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 9), piezoeléctrico (figura 10) o de válvula (figura 11). 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, donde 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.

Las boquillas 419A, 419B generan corrientes de gas que facilitan el guiado de las gotas primarias a lo largo del separador 431 y luego controlan la trayectoria de vuelo de la gota 422 combinada.

El separador puede ser intercambiable, permitiendo la modificación de los parámetros de colisión. Además, las gotas que se forman desde las boquillas son guiadas a lo largo de las paredes laterales del separador y fuera del cabezal de impresión 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. La corriente de gas aumenta el control del vuelo de las gotas, aumenta su energía y tiene otro objetivo más: cualquier residuo no deseado de líquidos será eliminado de las paredes del separador, la cámara de reacción y la boquilla por esta corriente de gas.

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 y las corrientes de gas, 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. La trayectoria de vuelo de la gota 222 combinada se controla por medio de las corrientes de gas de las boquillas 419A, 419B de gas.

Quinta realización

La quinta realización del cabezal 500 se muestra en una vista general, en una primera variante, en la figura 12A. La quinta realización 500 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 521A, 521B primarias expulsadas de las salidas 513A, 513B de las boquillas se mueven a lo largo respectivamente de una primera trayectoria y una segunda trayectoria hacia un punto 532 de conexión, en el que se combinan para formar una gota 522 combinada y se desplaza hacia la superficie a imprimir.

Las gotas 521A, 521B primarias son guiadas por corrientes 571A, 571B y 574a, 574b de gas (tal como aire o nitrógeno, proporcionado desde una entrada 519 de gas a presión (por ejemplo, una boquilla de suministro de gas)) dentro del recinto 541 primario. La forma del recinto 541 primario en su parte superior ayuda a dirigir la corriente de gas a lo largo de las boquillas 511A, 511B y guía las gotas desde las salidas 513A, 513B de las boquillas 511A,

511B hacia el punto de conexión, en la que se unen para formar la gota 522 combinada.

Por lo tanto, las corrientes 571A, 571B del gas funcionan como medios para controlar el vuelo de la primera gota 521A primaria y de la segunda gota 521B primaria para permitir que la primera gota 521A primaria se combine con la segunda gota 521B primaria en el punto 532 de conexión en la gota 522 combinada.

- 5 La reacción química se inicia en el punto 532 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 541 primario.

10 Las boquillas 511A, 511B pueden estar separadas por un elemento 533 de bloqueo (que está, sin embargo, separado de las boquillas 511A, 511B), de tal manera que las corrientes de 571A, 571B de gas se pueden formar entre las boquillas 511A, 511B y el recinto 541 primario y se pueden formar corrientes 574A, 574B de gas entre las boquillas 511A, 511B y el elemento 533 de bloqueo.

Alternativamente, el cabezal puede no tener ningún elemento 533 de bloqueo, entonces las corrientes 574a, 574b de gas no se dirigirán en paralelo a los ejes de las boquillas 511A, 511B. Sin embargo, debido a las direcciones de las corrientes 571A, 571B, el control sobre la trayectoria de movimiento de las gotas 521A, 521B primarias todavía puede ser posible.

- 15 Las salidas 513A, 513B de las boquillas pueden calentarse a una temperatura superior a la temperatura del entorno. Los líquidos en los depósitos 516A, 516B 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 preferiblemente aumentar la adhesión y disminuir el tiempo de curado de la gota 522 combinada cuando se aplica sobre el sustrato.

- 20 Los otros elementos, que tienen los números de referencia que empiezan con 5 (5xx) corresponden a la segunda realización, que tienen los números de referencia empezando de 2 (2xx).

25 Por lo tanto, esta realización se puede utilizar en el procedimiento de impresión por goteo bajo demanda para descargar la primera gota 521A primaria del primer líquido para moverse a lo largo de la primera trayectoria y para descargar la segunda gota 521B primaria del segundo líquido para moverse a lo largo de la segunda trayectoria; y controlar, por medio de las corrientes 571A, 571B de gas, el vuelo de la primera gota 521A primaria y la segunda gota 521B primaria para combinar la primera gota 521A primaria con la segunda gota 521B primaria en el punto 532 de conexión dentro de la cámara 541 de reacción dentro del cabezal de impresión, de modo que se inicie una reacción química dentro de un entorno controlado de la cámara 541 de reacción entre el primer líquido de la primera gota 521A primaria y el segundo líquido de la segunda gota 521B primaria. La trayectoria de vuelo de la gota 522 combinada se controla por medio de las corrientes 571A, 571B, 572 de gas.

30 En una segunda variante de la quinta realización, mostrada esquemáticamente en la figura 12B, uno o ambos de los líquidos almacenados en depósitos 516A, 516B 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 521A, 521B primarias a una gota 522 combinada. Como se muestra en la figura 12B, la salida del recinto 541 primario puede contener un conjunto de electrodos 564, que generan un campo eléctrico que fuerza a la gota 522 combinada cargada a alinearse con el eje longitudinal del cabezal. Además, la salida del recinto 551 secundario puede contener un conjunto de electrodos 565, que generan un campo eléctrico que fuerza a la gota 522 combinada cargada a alinearse con el eje longitudinal del cabezal. Se pueden usar ambos o solo uno de los conjuntos 564, 565 de electrodos. Preferiblemente, los conjuntos 564, 565 comprenden cada uno al menos 3 electrodos, o preferiblemente 4 electrodos, que están distribuidos uniformemente a lo largo de la circunferencia de un círculo, tal como para forzar la gota 522 hacia el eje central. Por lo tanto, los conjuntos 564, 565 de electrodos ayudan en la colocación de las gotas. Los otros elementos son equivalentes a la primera variante.

- 35 En una tercera variante de esa realización, que se muestra esquemáticamente en la figura 12C, solo está presente el recinto 541 primario, sin el recinto 551 secundario. El recinto 541 primario tiene una primera sección 543 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.

40 La cuarta variante de la realización, mostrada esquemáticamente en las figuras 12D y 12E, 12F (que son secciones transversales esquemáticas a lo largo de la línea A-A de la figura 12D), se diferencia de la primera variante de la figura 12A por lo siguiente. Las boquillas 511A, 511B tienen las secciones de extremo de sus canales 512A, 512B dispuestas sustancialmente perpendiculares al eje principal del cabezal de impresión, y las salidas 513A, 513B de las boquillas están configuradas para expulsar las gotas 521A, 521B 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.

- 55 Esta disposición de las secciones de extremo de los canales 512A, 512B de las boquillas permite además posicionar dispositivos 561A, 561B de generación y propulsión de gotas relativamente grandes (por ejemplo, piezoeléctricos), como se muestra en la figura 12E.

La figura 12F muestra otra variante, con la posibilidad de implementar más de dos (por ejemplo, seis) boquillas 512A-512F, teniendo cada una su propio dispositivo 561A-561F 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 512A-512F proporcionen gotas primarias, por ejemplo, dos, tres, cuatro o cinco boquillas, dependiendo de las propiedades deseadas de la gota combinada.

Después de ser expulsadas, las gotas 521A, 521B primarias son guiadas por las corrientes de 571A, 571B de gas dentro del recinto 541 primario, de manera que la primera trayectoria y la segunda trayectoria se cambian para cruzarse entre sí en el punto 532 de conexión, que está ubicado preferiblemente en la sección 543 aguas abajo del recinto 541 primario, que tiene preferiblemente una sección transversal constante, redonda, de un diámetro sustancialmente igual al diámetro deseado de la gota 522 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.

La quinta variante de esa realización, que se muestra esquemáticamente en la figura 12G, difiere de la primera variante de la figura 12A por lo siguiente. Al menos una de las boquillas, en ese ejemplo, la primera boquilla 511A, está conectada a una cámara 517 de mezcla, en la que el líquido se mezcla a partir de una pluralidad de depósitos 516A1, 516A2, desde los cuales el líquido se dosifica mediante las válvulas 517.1, 517.2. Por ejemplo, los depósitos 516A1, 516A2 separados pueden almacenar tintas de diferentes colores, para suministrar desde la primera boquilla 511A una gota primaria de tinta que tiene un color deseado.

La sexta variante de esa realización, que se muestra esquemáticamente en la figura 12H, difiere de la cuarta variante de las figuras 12D-12F por lo siguiente. Las boquillas están dispuestas en una pluralidad de niveles. El primer nivel de boquillas 511A.1, 511B.1 (conectado a los depósitos 516A.1, 516B.1 de líquido) está dispuesto de manera que producen gotas 121A.1, 121B.1 primarias de primer nivel dentro del recinto 541 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 511A.2, 511B.2 (conectado a los depósitos 516A.2, 516B.2) de líquido está dispuesto de manera que producen gotas 121A.2, 121B.2 primarias de segundo nivel dentro del recinto 551 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).

Sexta realización

La sexta realización del cabezal 600 se muestra en una vista general en la figura 13. La sexta realización 600 está adaptada particularmente para su uso con dispositivos de propulsión y generación de gotas de gran tamaño.

Las gotas 621A, 621B primarias son expulsadas desde las salidas 613A, 613B de las boquillas de las boquillas 611A, 611B, que preferentemente tienen al menos las secciones de extremo de sus canales 612A, 612B dispuestos sustancialmente de forma perpendicular al eje principal X del cabezal de impresión. Los canales 612A, 612B de las boquillas pueden acomodar dispositivos 661A, 661B de generación y propulsión de gotas de gran tamaño (por ejemplo, piezoeléctrico). Las gotas 621A, 621B primarias están formadas por un primer líquido y un segundo líquido desde los depósitos 616A, 616B.

Las gotas 621A, 621B 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 621A, 621B primarias a continuación son guiadas dentro de un recinto 641 primario (que funciona como la cámara de reacción) mediante corrientes 671A, 671B de gas que pueden generarse dentro del recinto 641 primario a partir de una fuente de gas apropiada, por ejemplo, una boquilla de suministro de gas. El recinto 641 primario tiene una sección transversal de estrechamiento hacia abajo. La sección 643 de salida del recinto 641 primario tiene preferiblemente una sección transversal redonda constante de un diámetro sustancialmente igual al 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.

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 la forma del canal del recinto 641 primario y las corrientes 671A, 671B 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. La trayectoria de vuelo de la gota 622 combinada se controla por medio de las corrientes 671A, 671B de

gas.

Otras realizaciones

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.

5 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.

10 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.

15 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
20 como se describió anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de impresión por goteo bajo demanda, que comprende realizar las siguientes etapas en un cabezal de impresión:

- 5 - descargar una primera gota (x21A) primaria de un primer líquido para moverse a lo largo de una primera trayectoria;
- descargar una segunda gota (x21B) primaria de un segundo 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 una gota (x22) combinada en un punto (x32) de conexión; y en el
- 10 que
- el punto (x32) de conexión está dentro de una cámara de reacción dentro del cabezal de impresión, 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; y

caracterizado porque el procedimiento comprende, además:

- 15 - controlar el vuelo de la gota (x22) combinada al menos por medio de una corriente (x71A, x71B) de gas proporcionada desde al menos una boquilla (x19A, x19B) de suministro de gas.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además controlar el vuelo de la primera gota (x21A) primaria y la segunda gota (x21B) primaria al menos por medio de una corriente (x71A, x71B) de gas.

3. 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, velocidad del gas, temperatura del gas, componentes del gas, campo eléctrico, campo de ultrasonidos, luz UV.

4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la corriente (x71A, x71B, x72A, x72B) de gas que controla el vuelo de la gota (x22) combinada es intermitente y se genera 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.

5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la corriente (x71A, x71B, x72A, x72B) de gas que controla el vuelo de la gota (x22) combinada se genera de manera continua.

6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las corrientes (x71A, x71B, x72A, x72B) de gas tienen una temperatura superior a la temperatura ambiente.

7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer líquido es una base de tinta y el segundo líquido es un catalizador para curar la base de tinta.

8. Un cabezal de impresión por goteo bajo demanda que comprende:

- un conjunto (x10) de boquillas, que comprende:

- 35 o una primera boquilla (x11A) conectada a través de un primer canal (x12A) con un primer depósito (x16A) de líquido con un primer líquido y con un primer dispositivo (x61A) de generación y propulsión 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

- 40 o una segunda boquilla (x11B) conectada a través de un segundo canal (x12B) con un segundo depósito (x16B) de líquido con un segundo líquido y con un segundo dispositivo (x61B) de generación y propulsión para formar bajo demanda una segunda gota (x21B) primaria del segundo líquido y descargar la segunda gota primaria para moverse a lo largo de una segunda trayectoria;

- al menos una boquilla (x19A, x19B) de suministro de gas;

- una cámara de reacción;

- 45 - 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 (x21A) primaria y la segunda gota (x21B) primaria y configurados para permitir que la primera gota primaria se combine con la segunda gota primaria en el punto (x32) 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; y

- 50 - en el que la al menos una boquilla (x19A, x19B) de suministro de gas está configurada para suministrar gas para controlar el vuelo de la gota (x22) combinada.

9. El cabezal de impresión según la reivindicación 8, que comprende además elementos (x41) configurados para controlar el vuelo de la gota combinada a lo largo de la superficie de estos elementos.
10. El cabezal de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, que comprende además al menos una boquilla (x19A, x19B) de suministro de gas configurada para suministrar gas para controlar el vuelo de la primera gota primaria y la segunda gota primaria.
- 5
11. El cabezal de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende además elementos (x31, x41) configurados para controlar el vuelo de la primera gota (x21A) primaria y la segunda gota (x21B) primaria a lo largo de la superficie de estos elementos.
- 10
12. El cabezal de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que comprende además medios (x31, x41) para restringir la libertad de combinación de las gotas primarias en la gota combinada.
13. El cabezal de impresión según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el primer líquido es una base de tinta y el segundo líquido es un catalizador para curar la base de tinta.

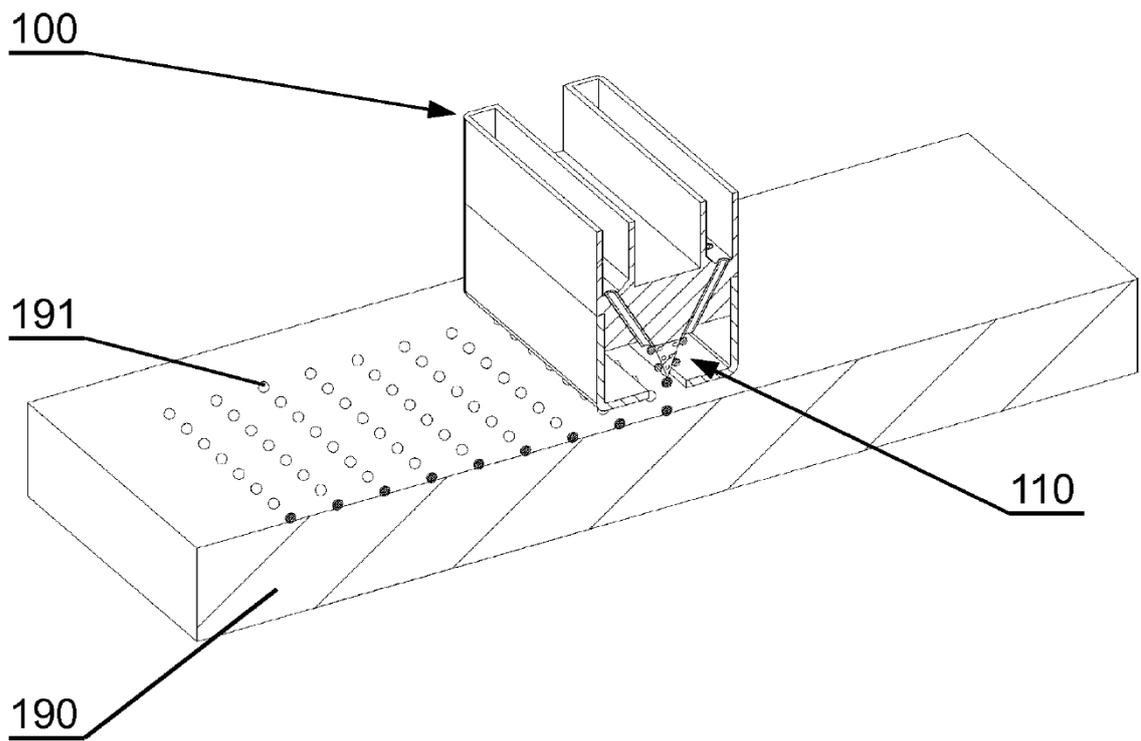
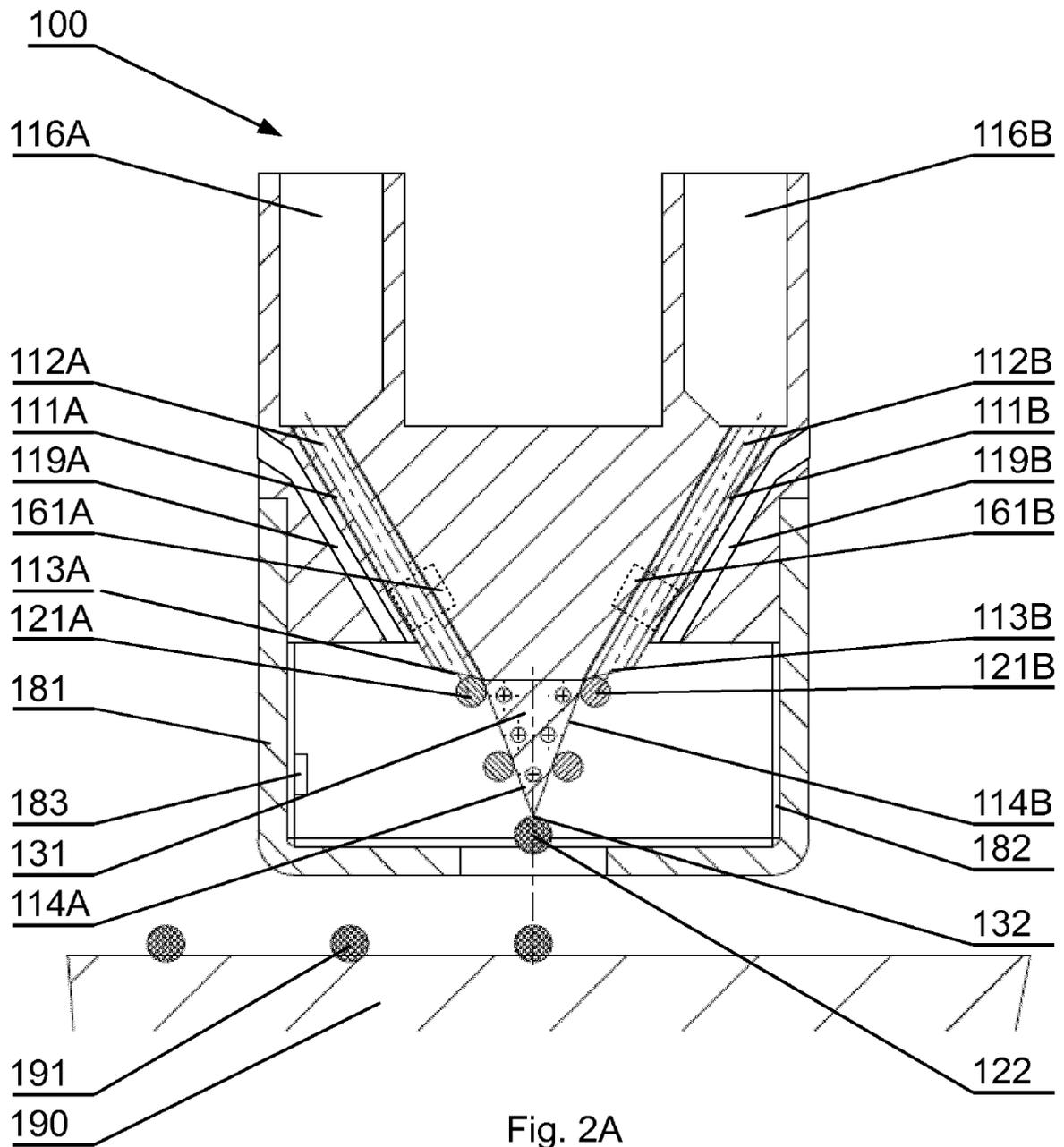


Fig. 1



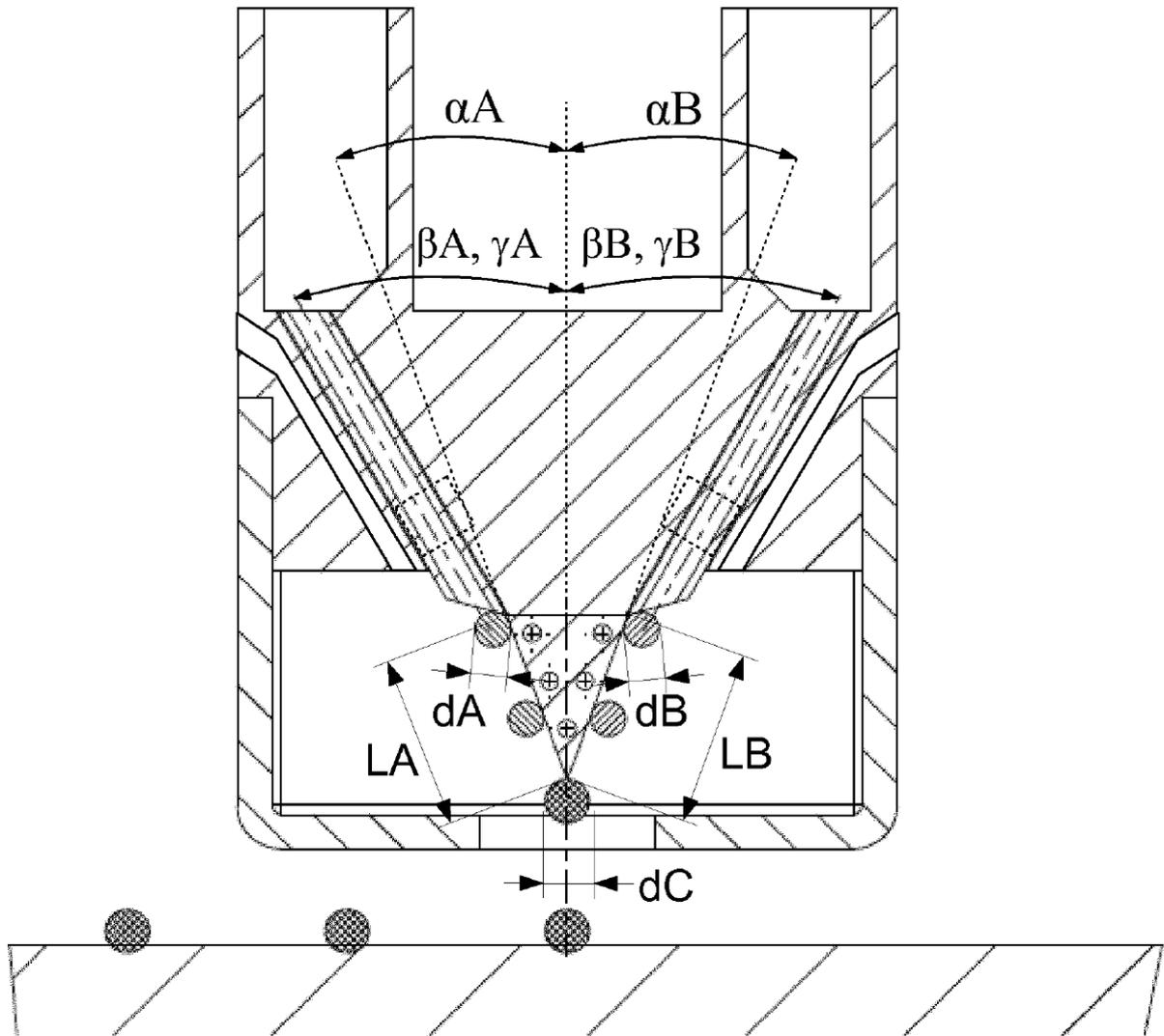


Fig. 2B

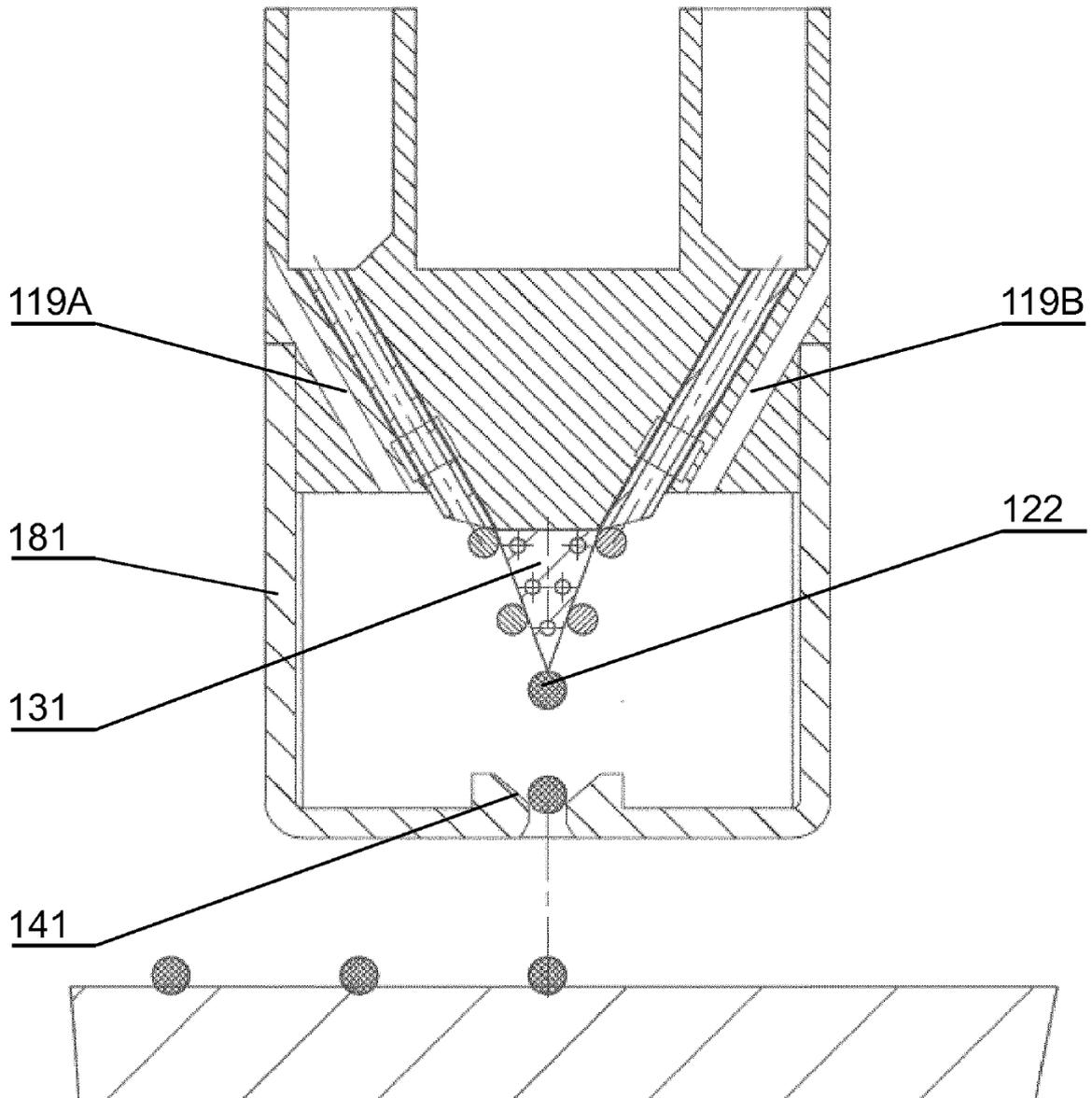


Fig. 2C

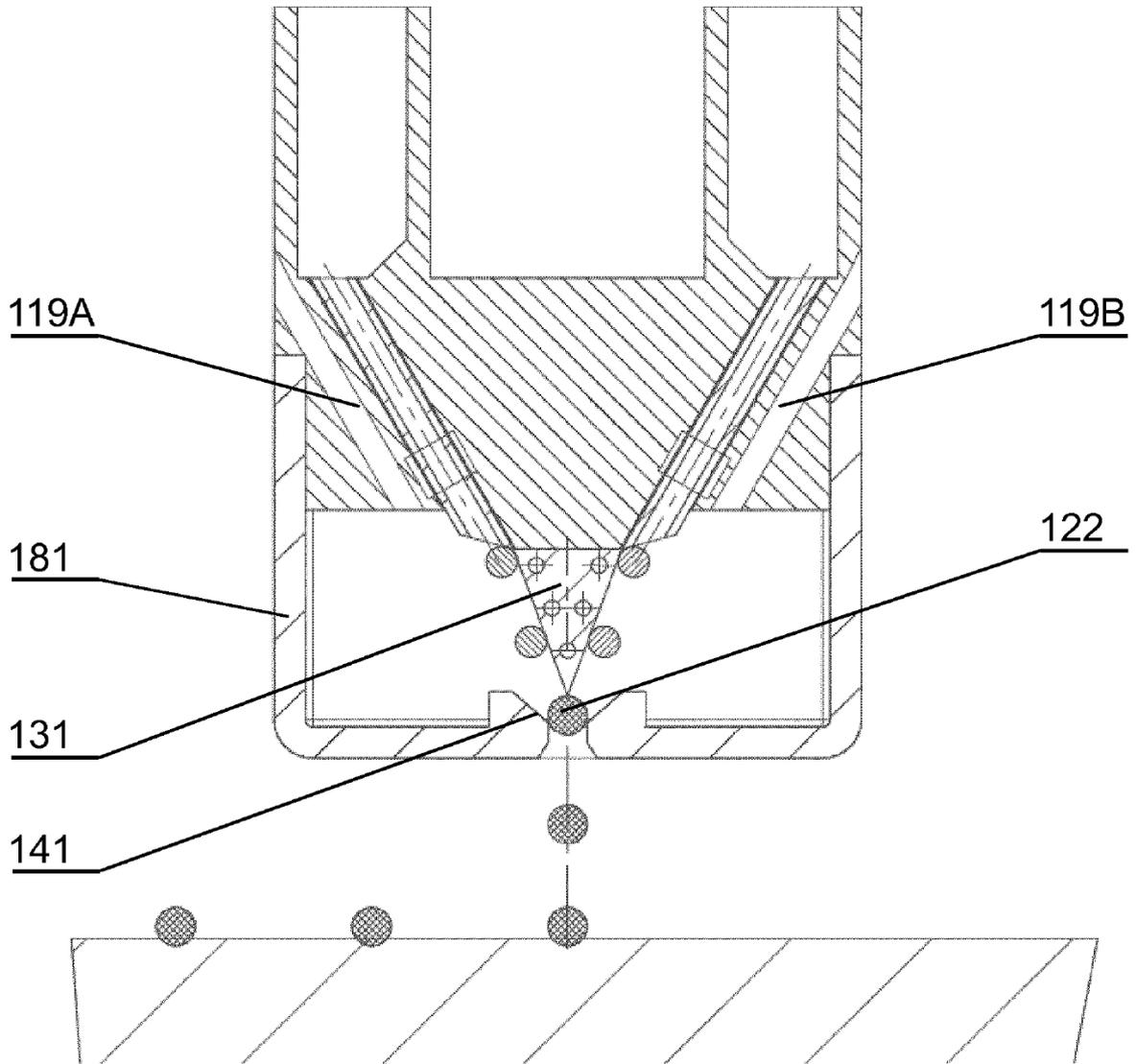


Fig. 2D

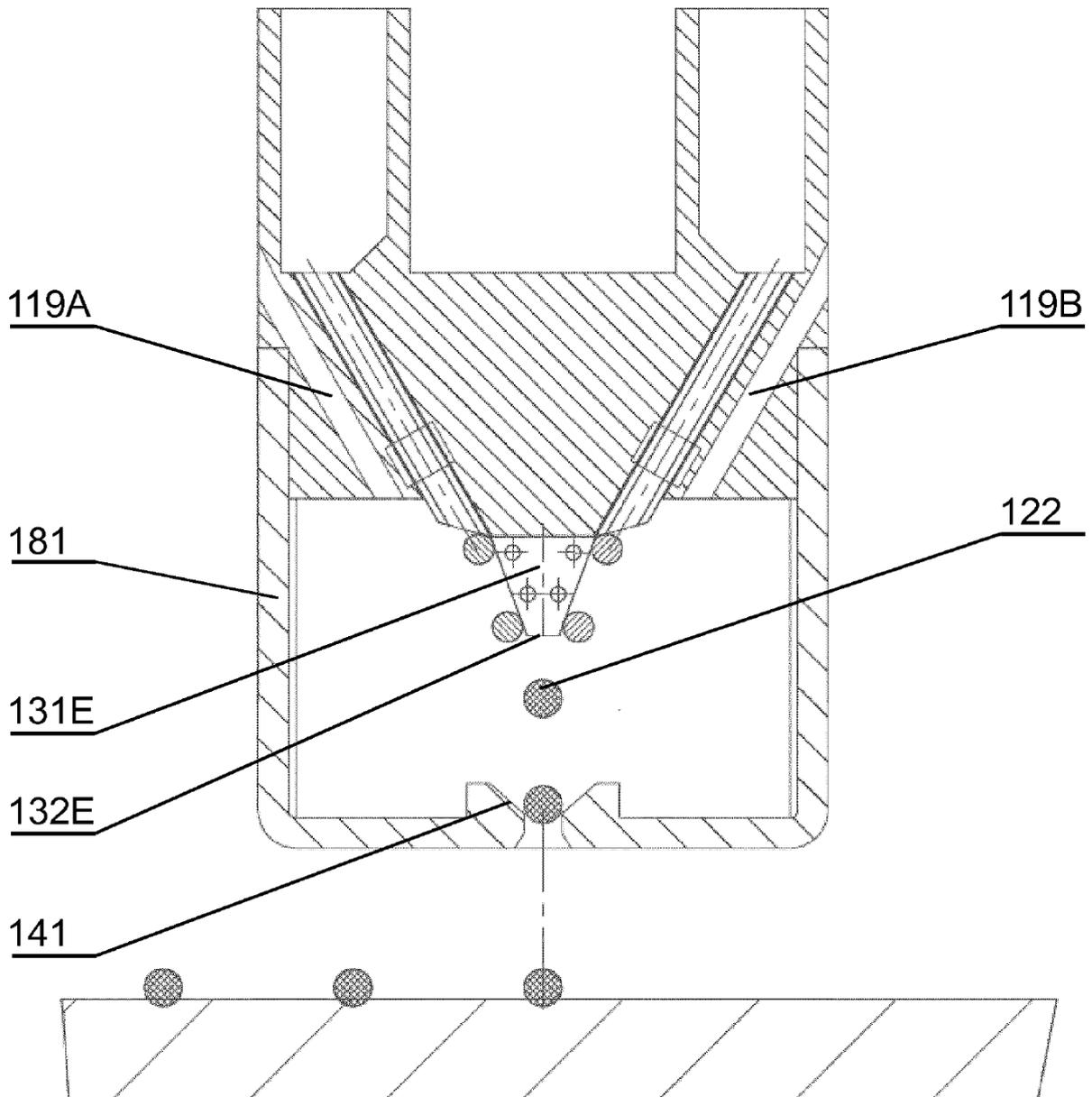


Fig. 2E

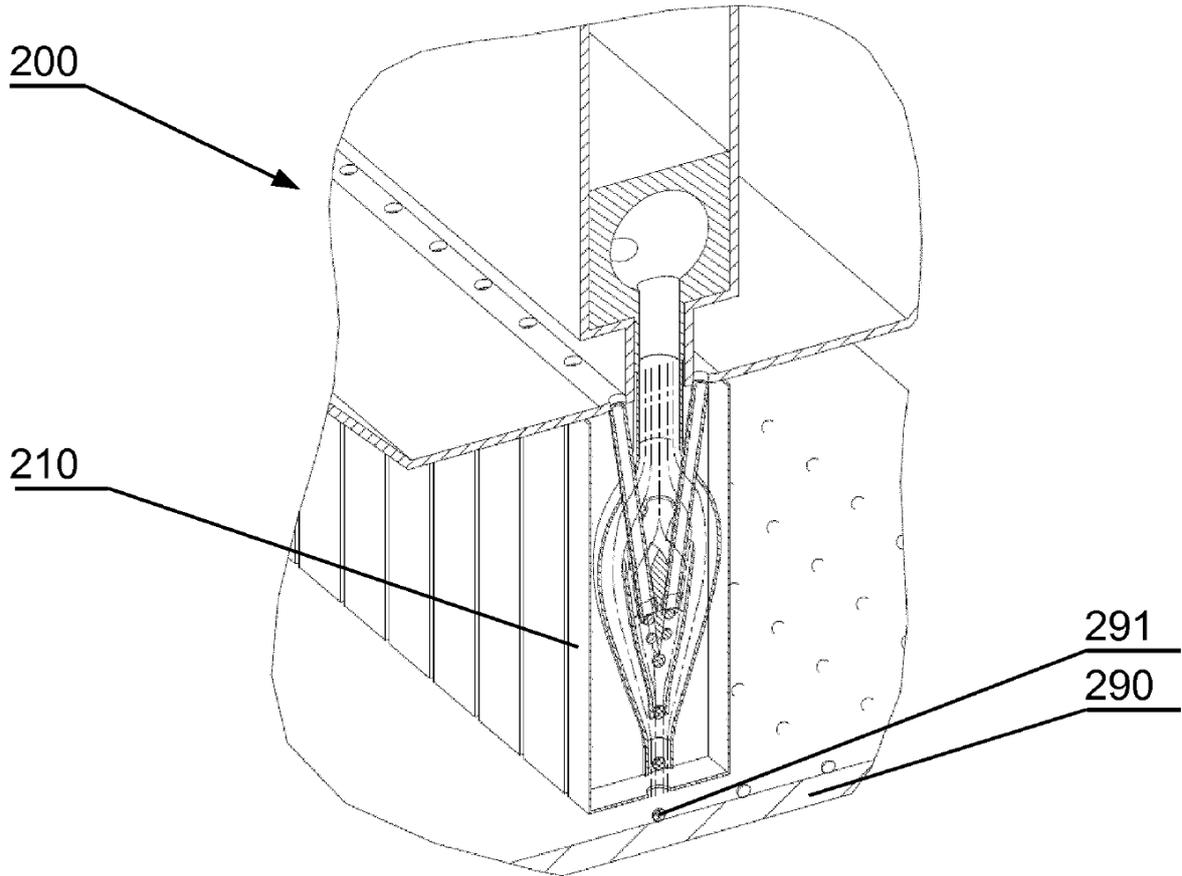


Fig. 3

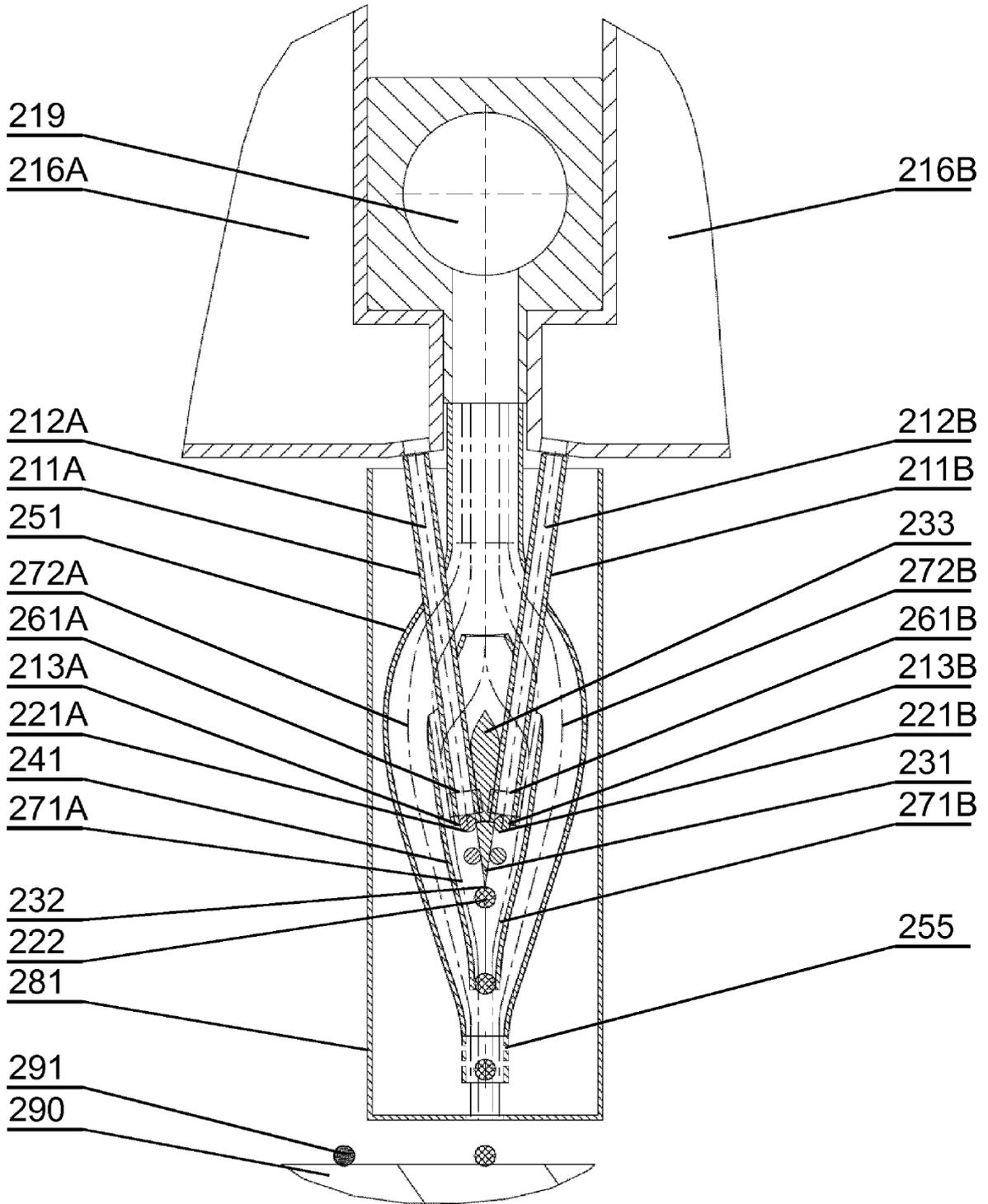


Fig. 4A

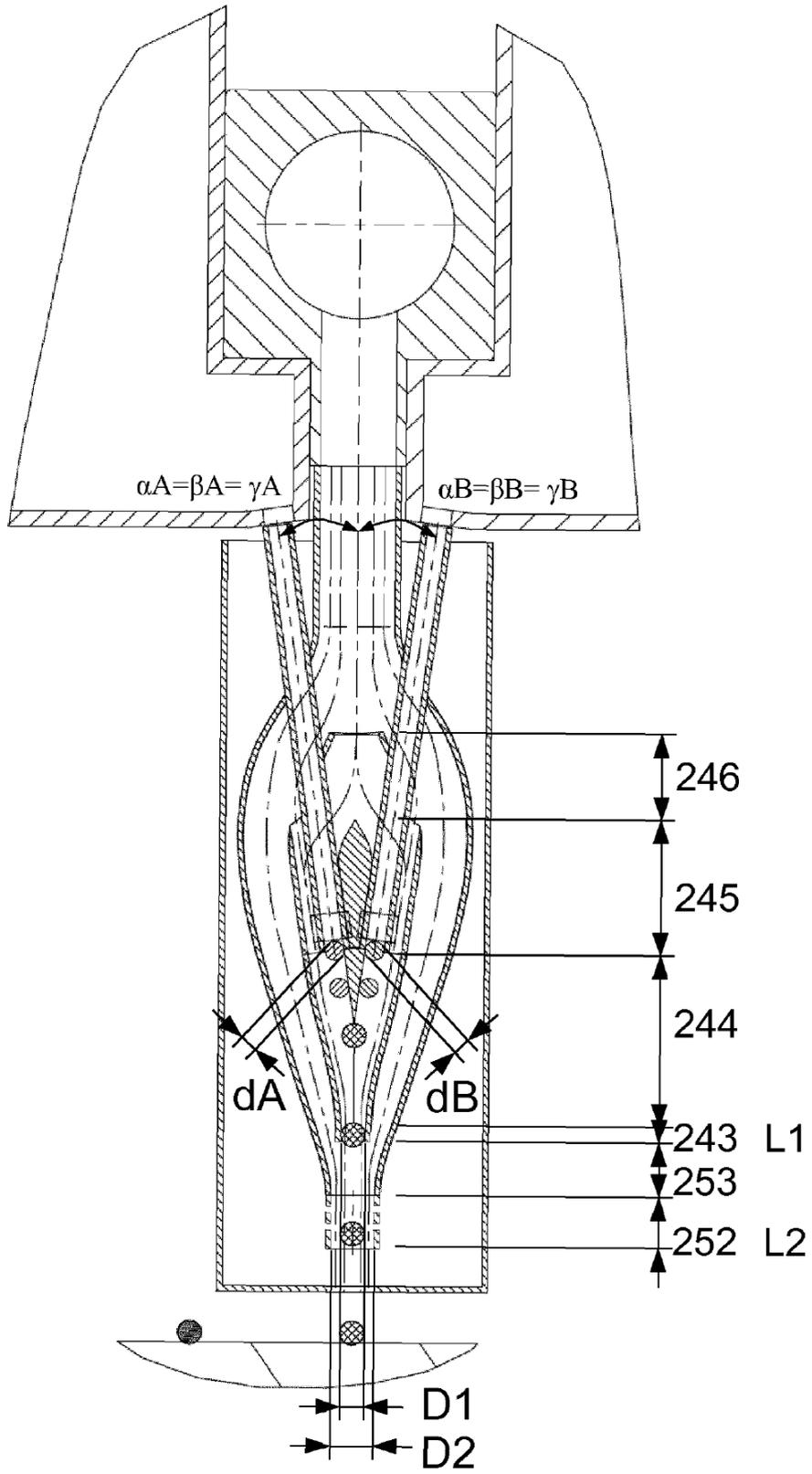


Fig. 4B

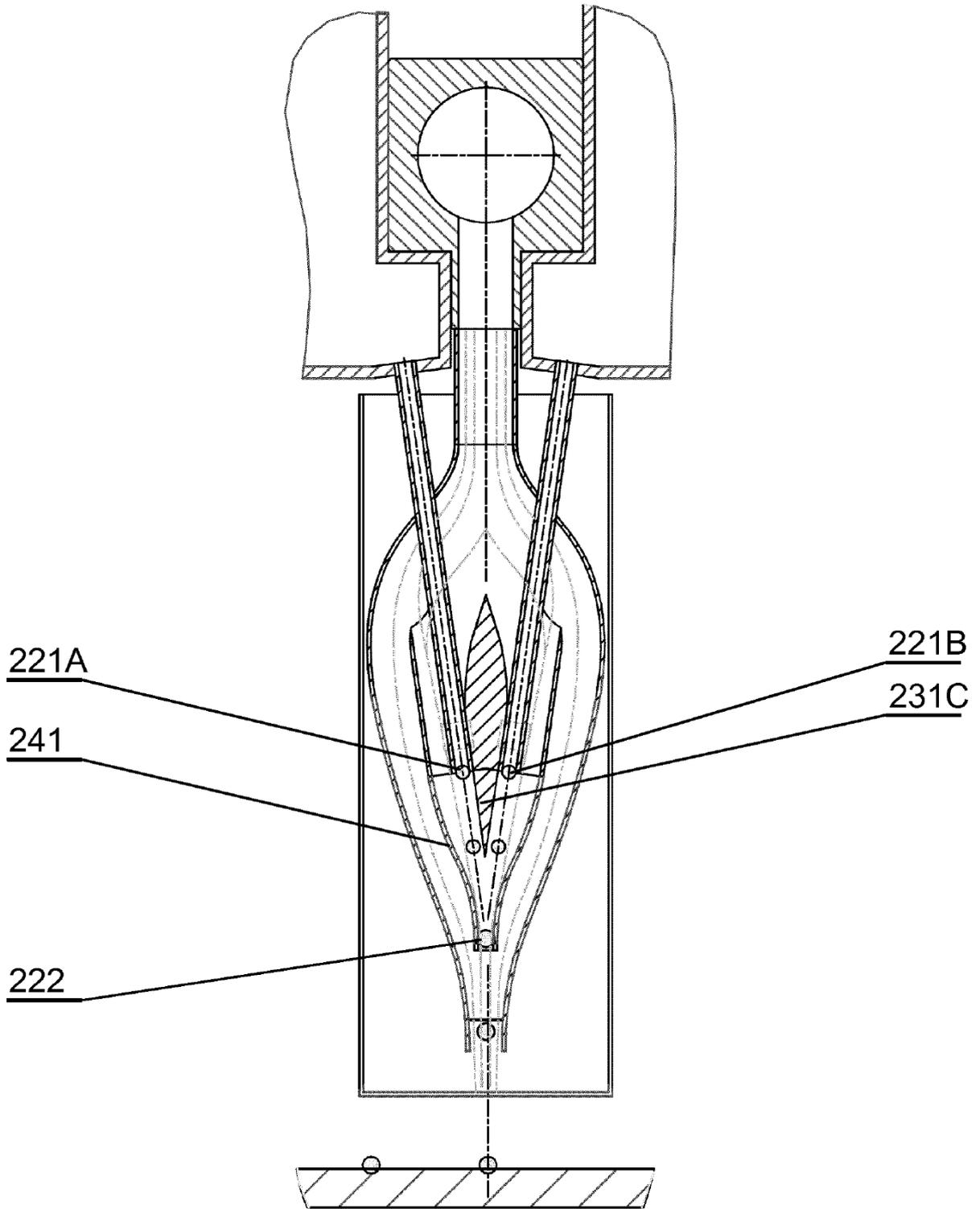


Fig. 4C

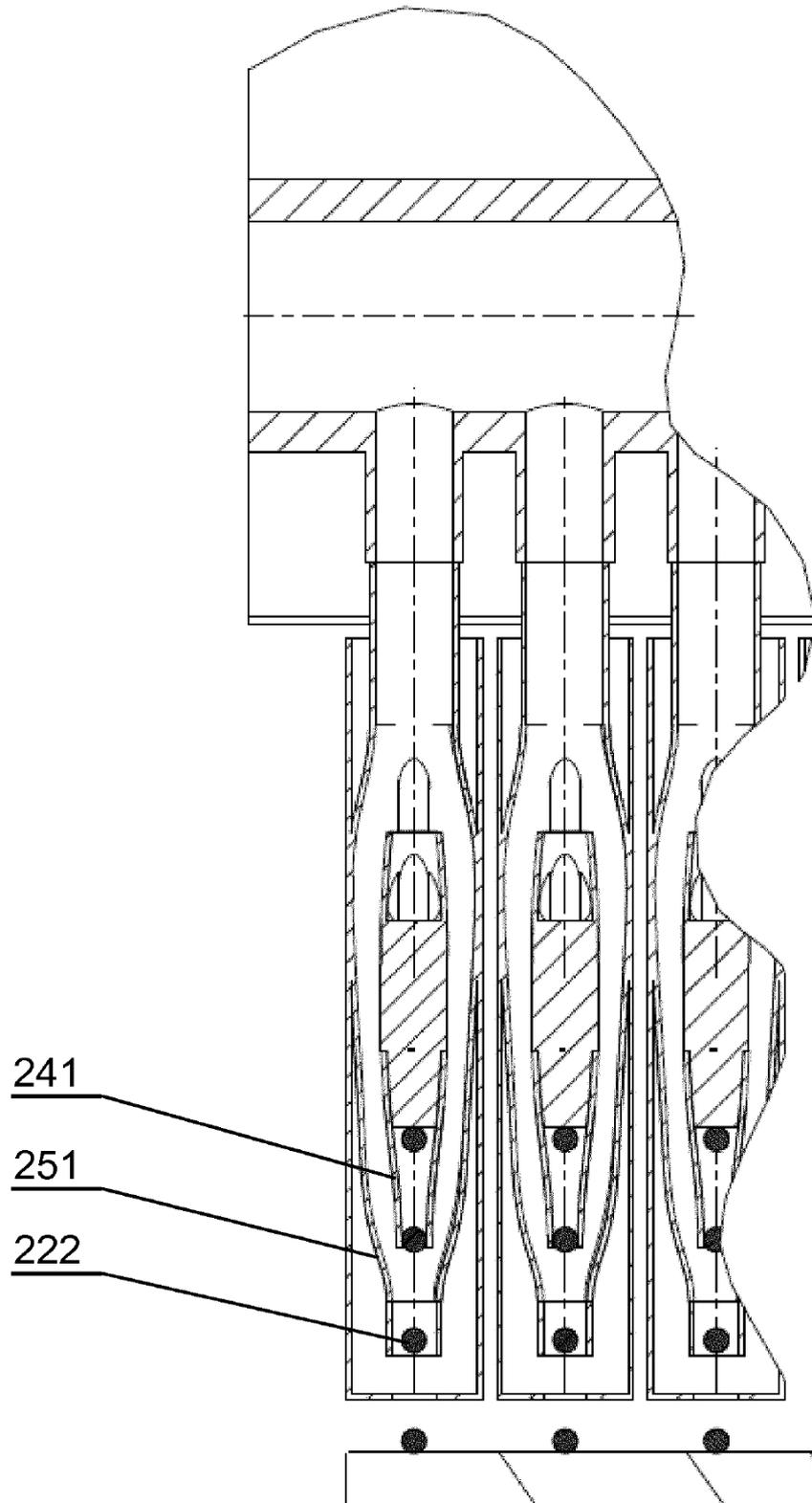


Fig. 5

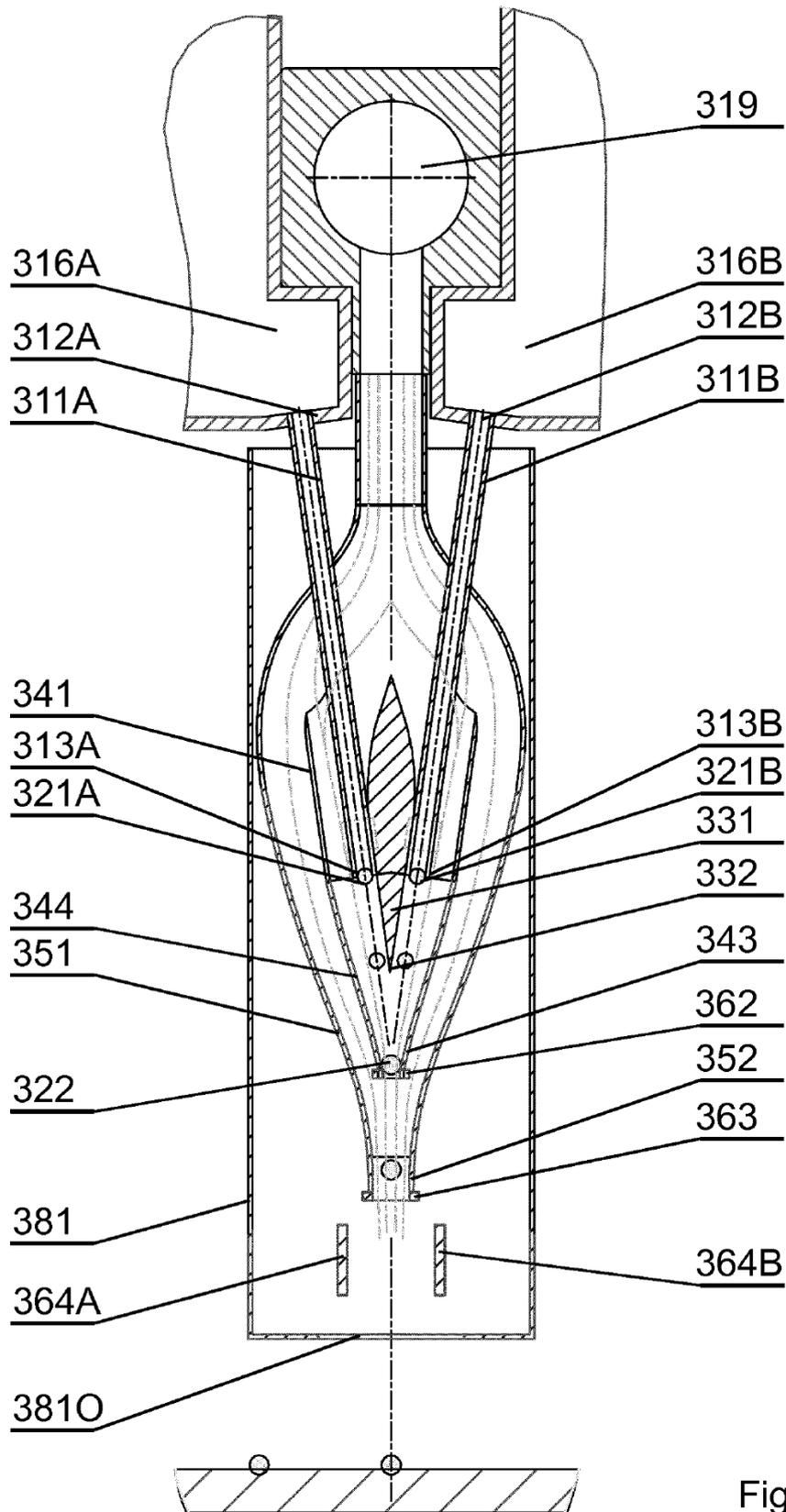


Fig. 7

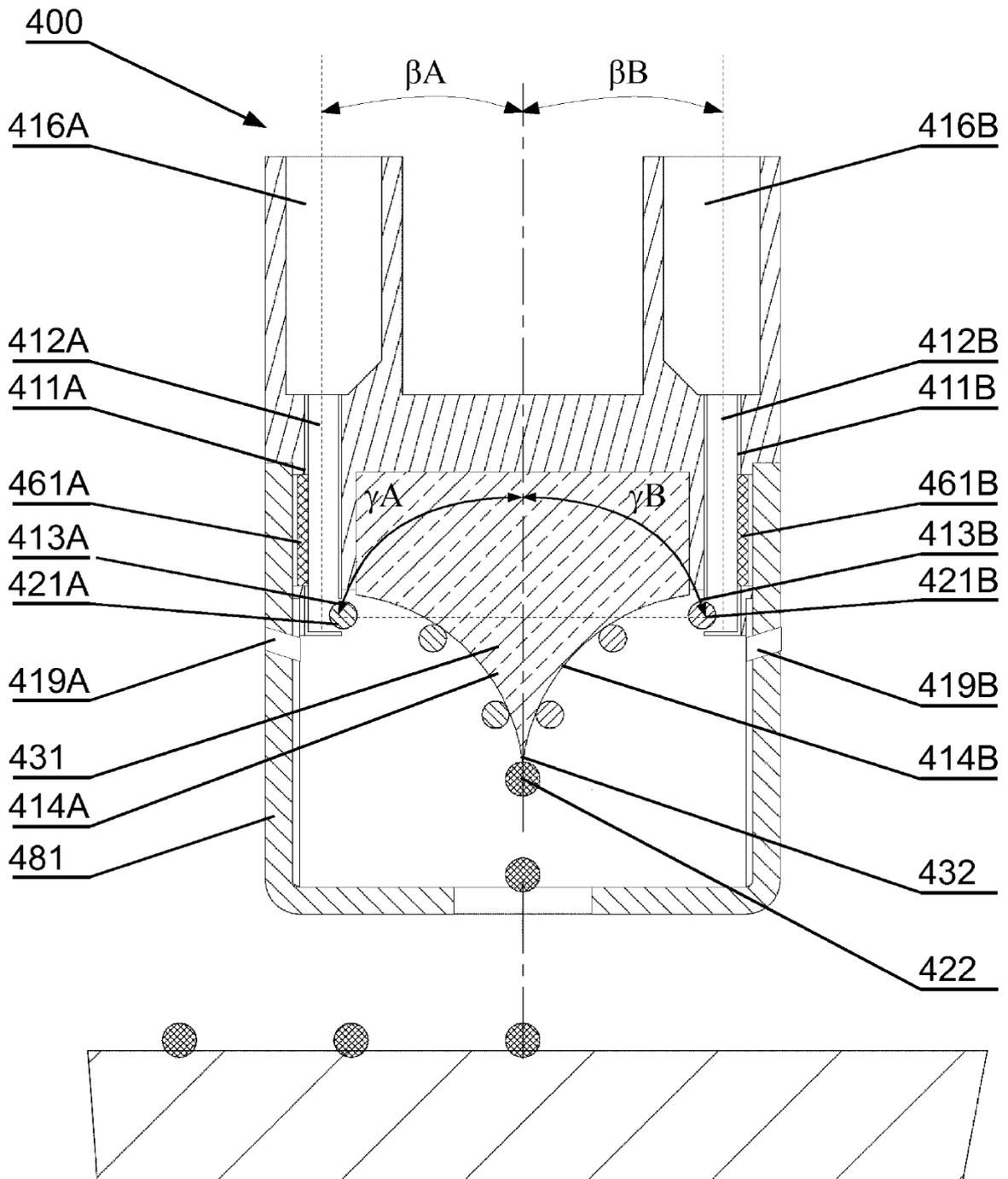


Fig. 8



Fig. 9

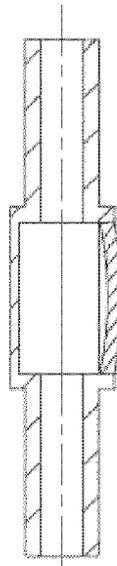


Fig. 10



Fig. 11

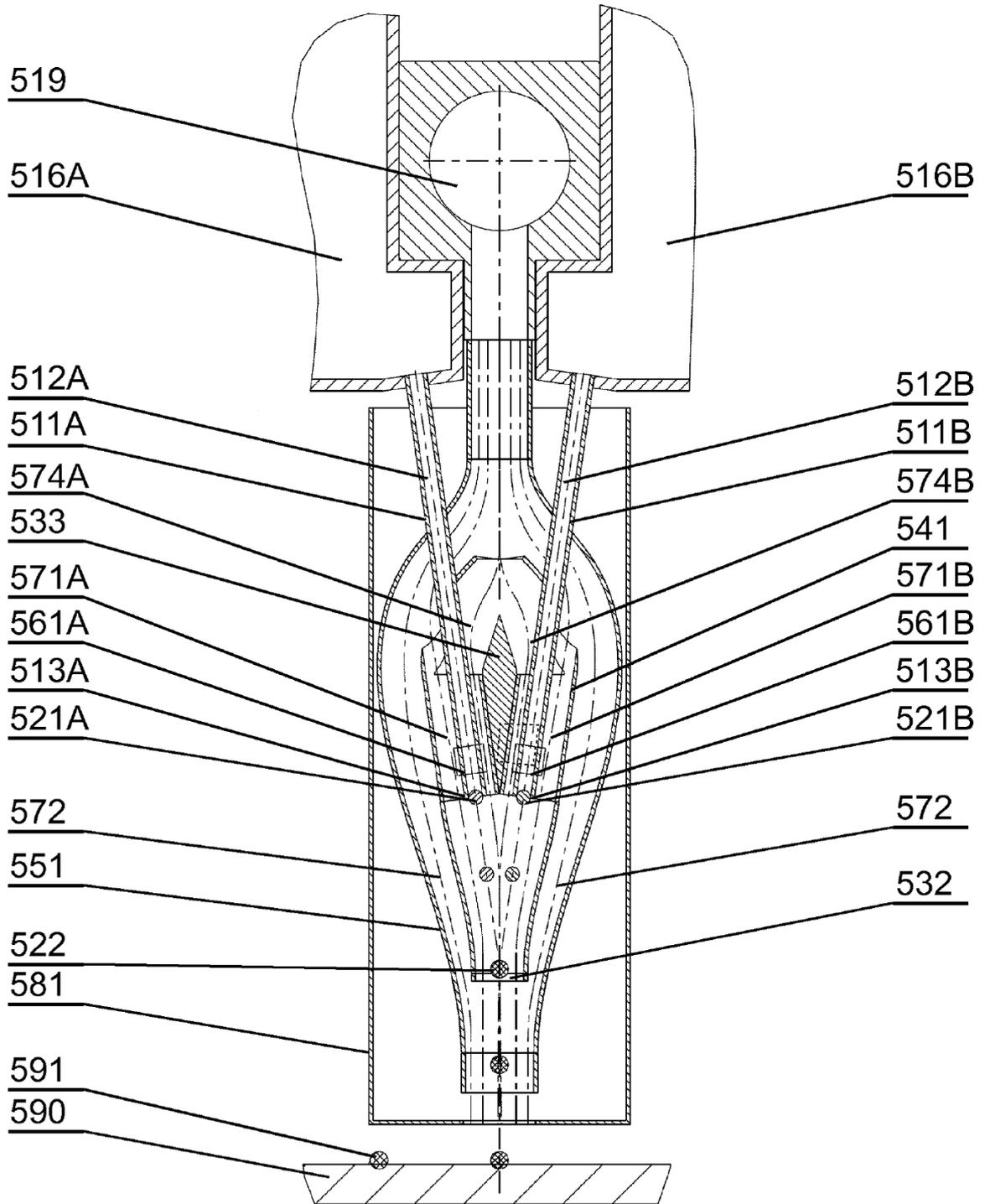


Fig. 12A

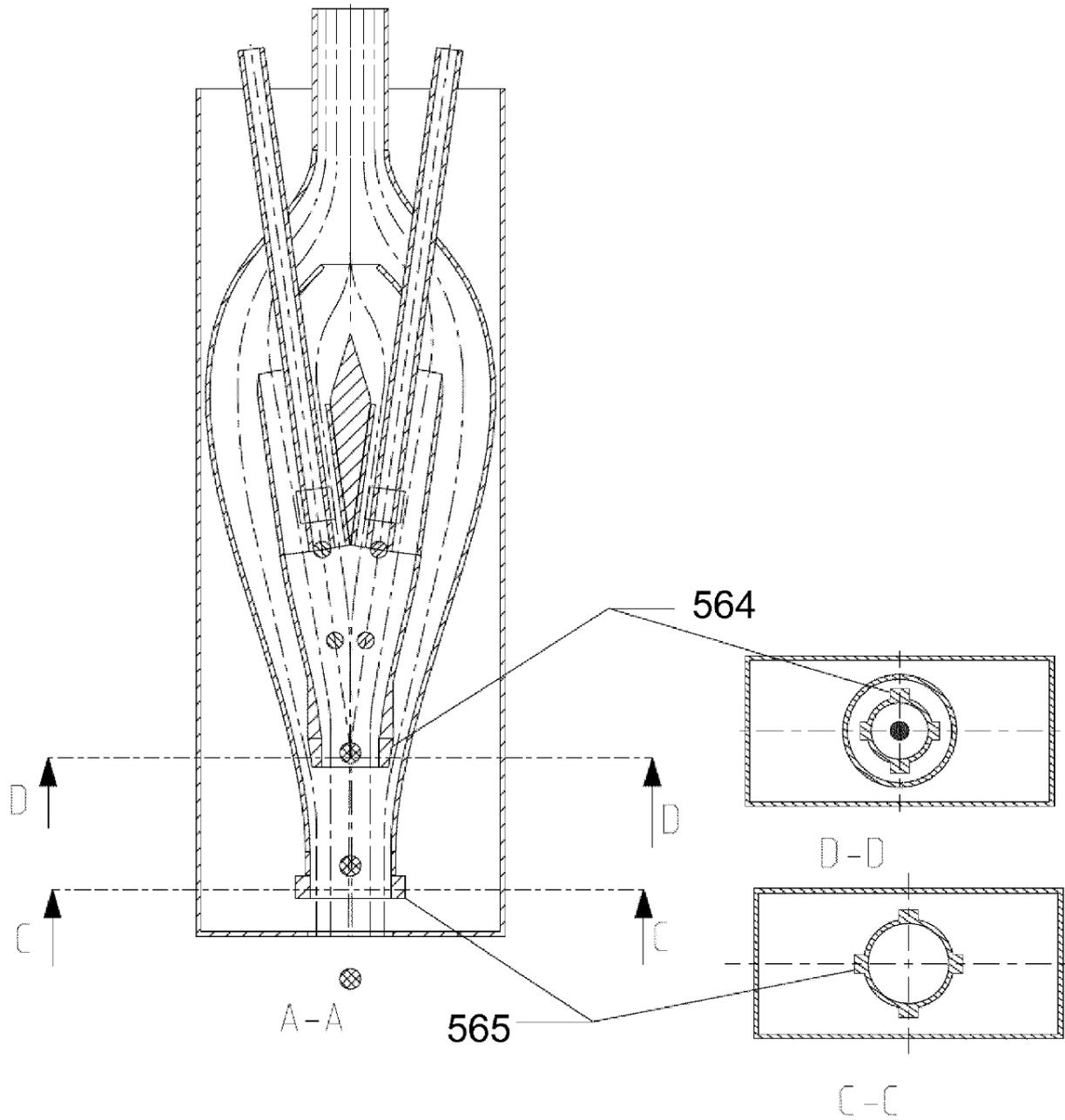


Fig. 12B

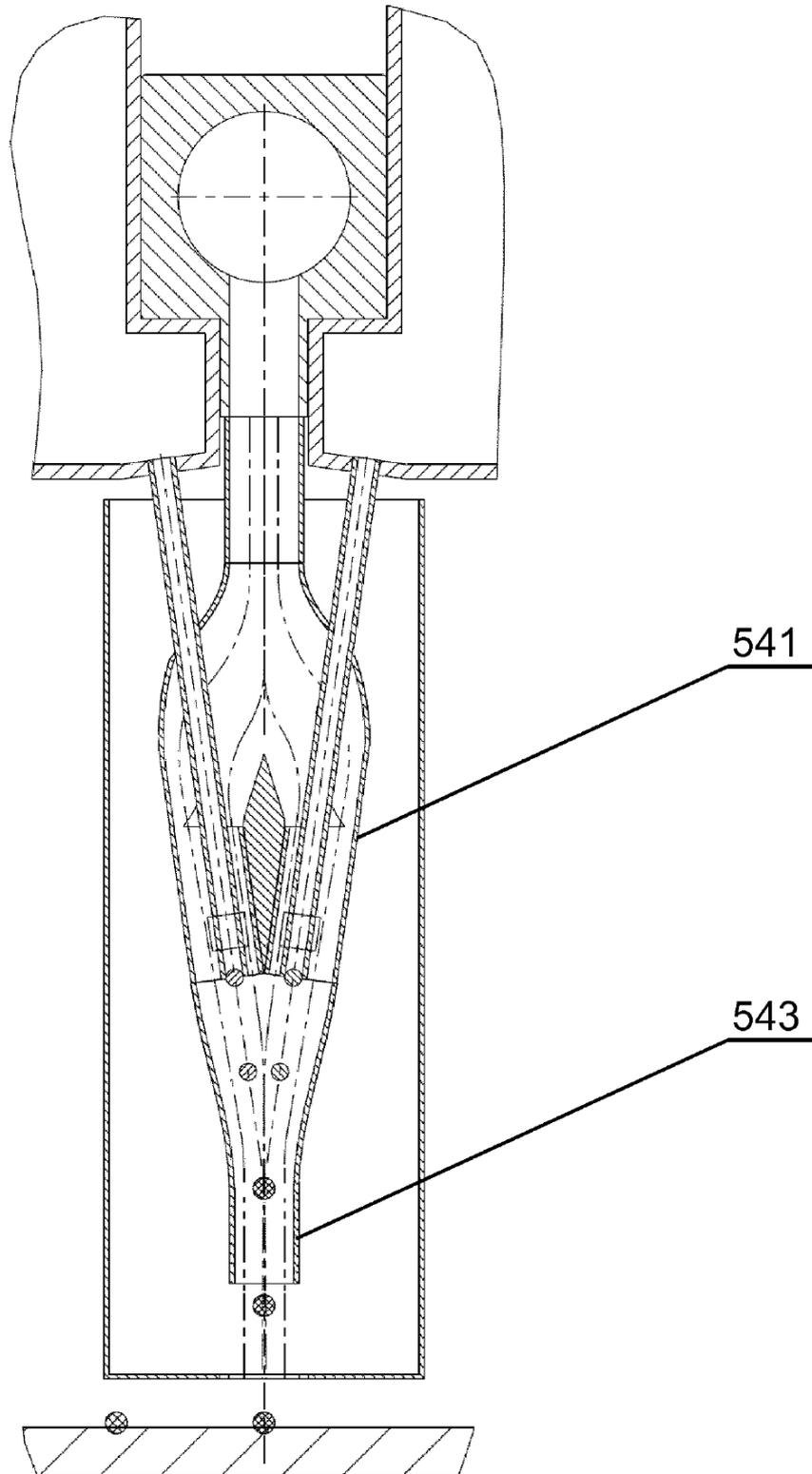


Fig. 12C

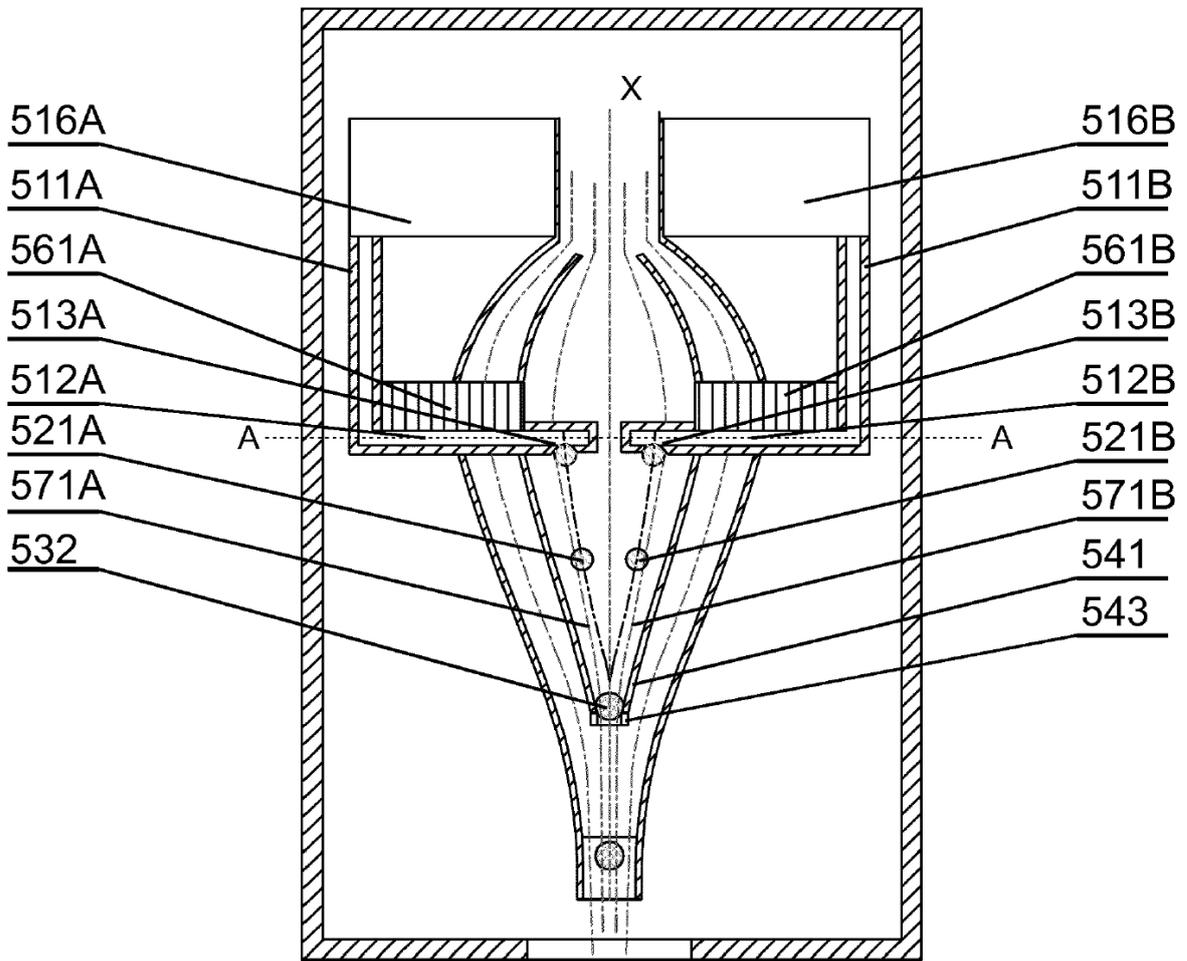


Fig. 12D

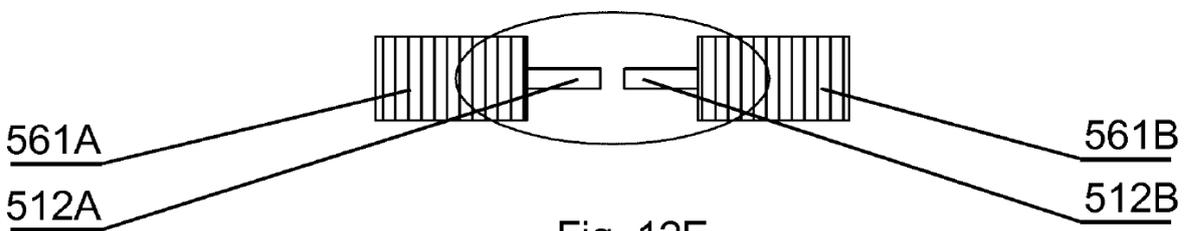


Fig. 12E

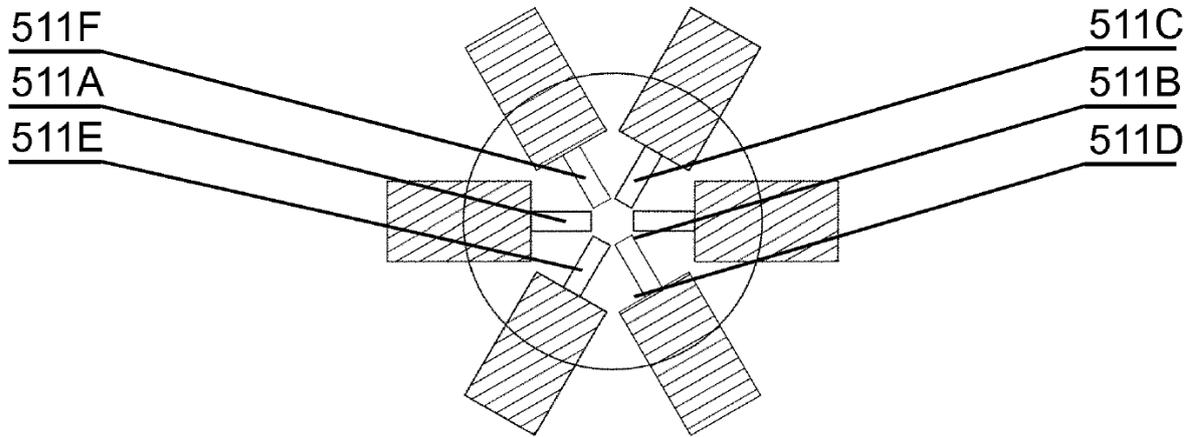


Fig. 12F

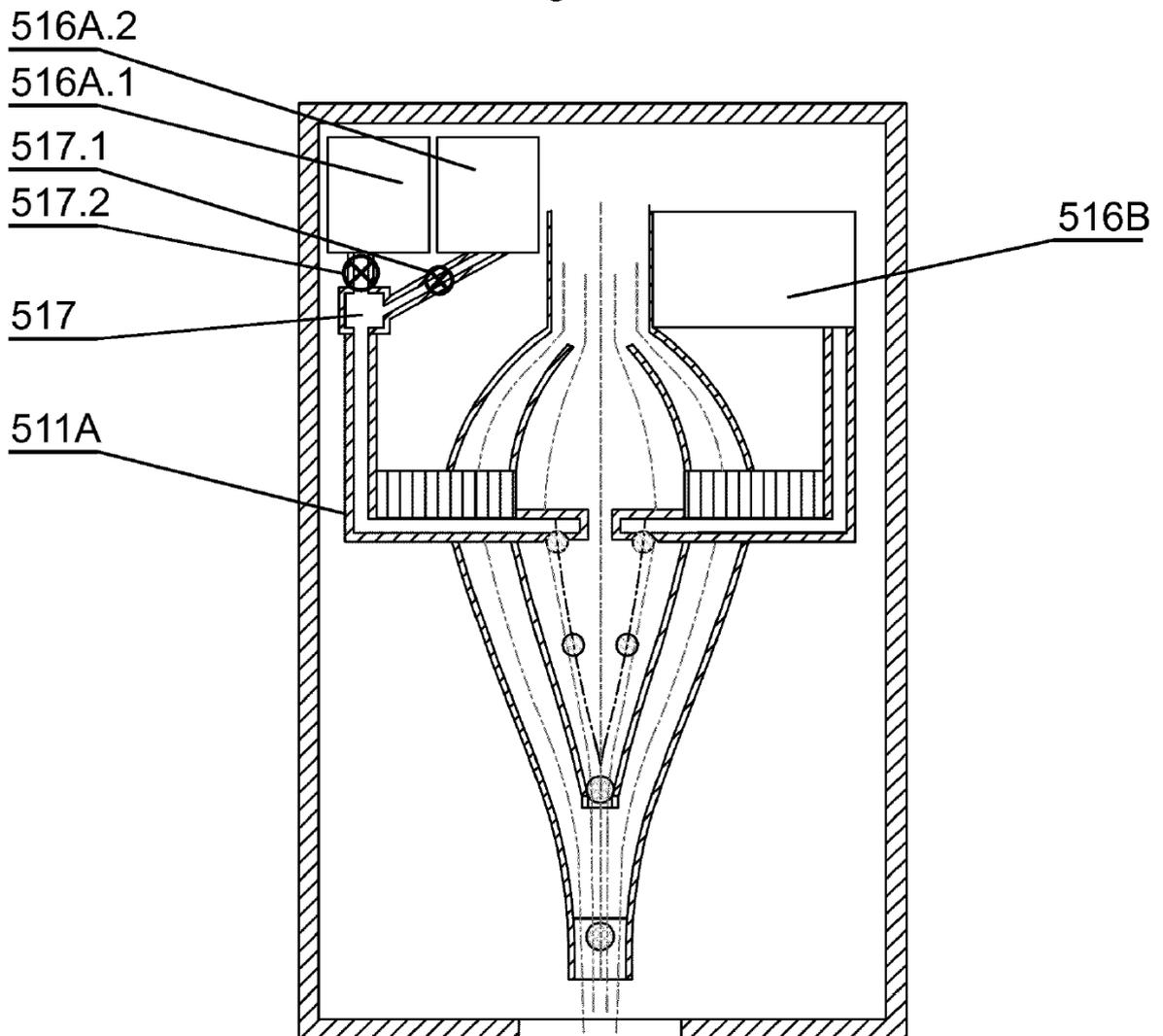


Fig. 12G

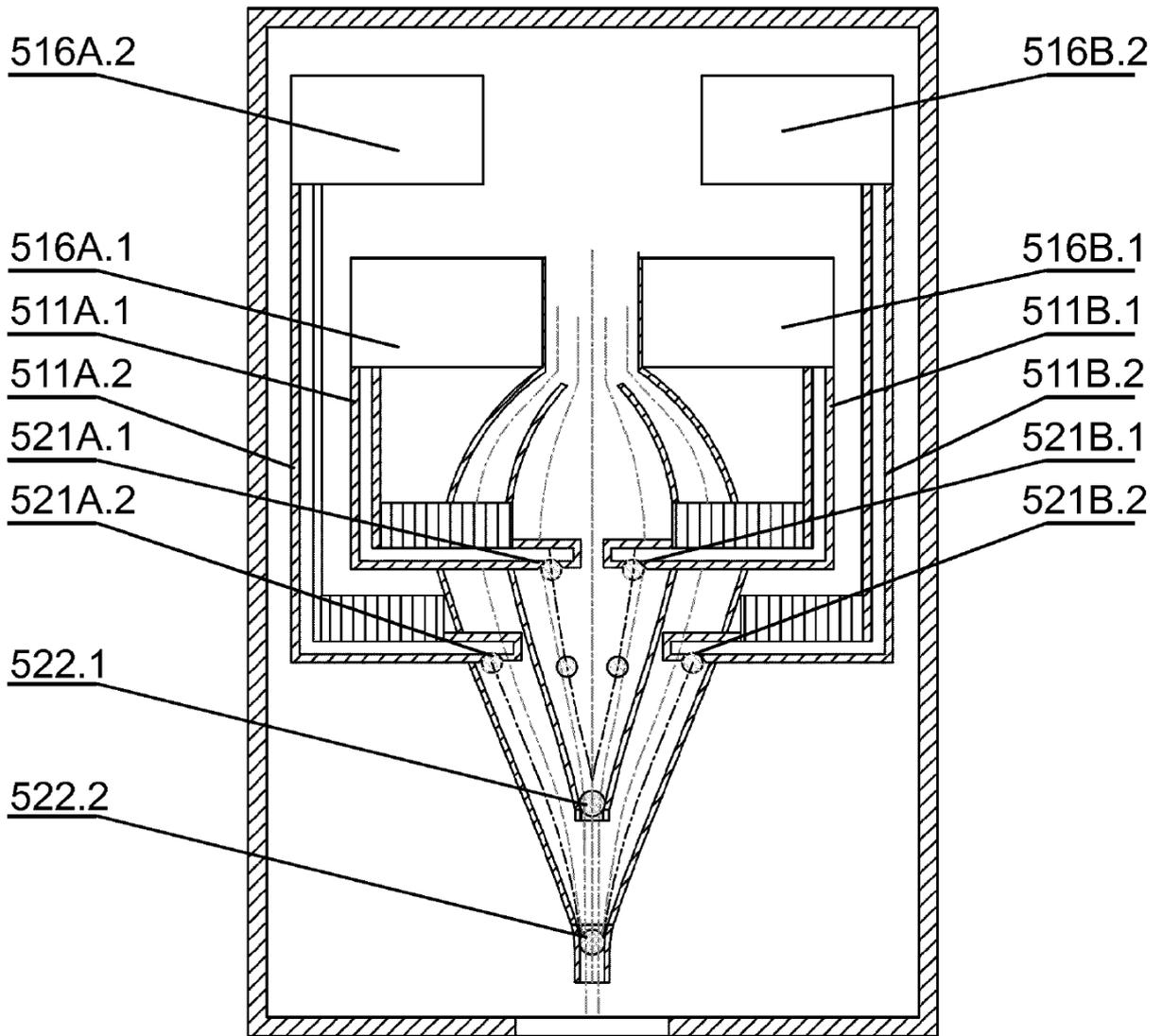


Fig. 12H

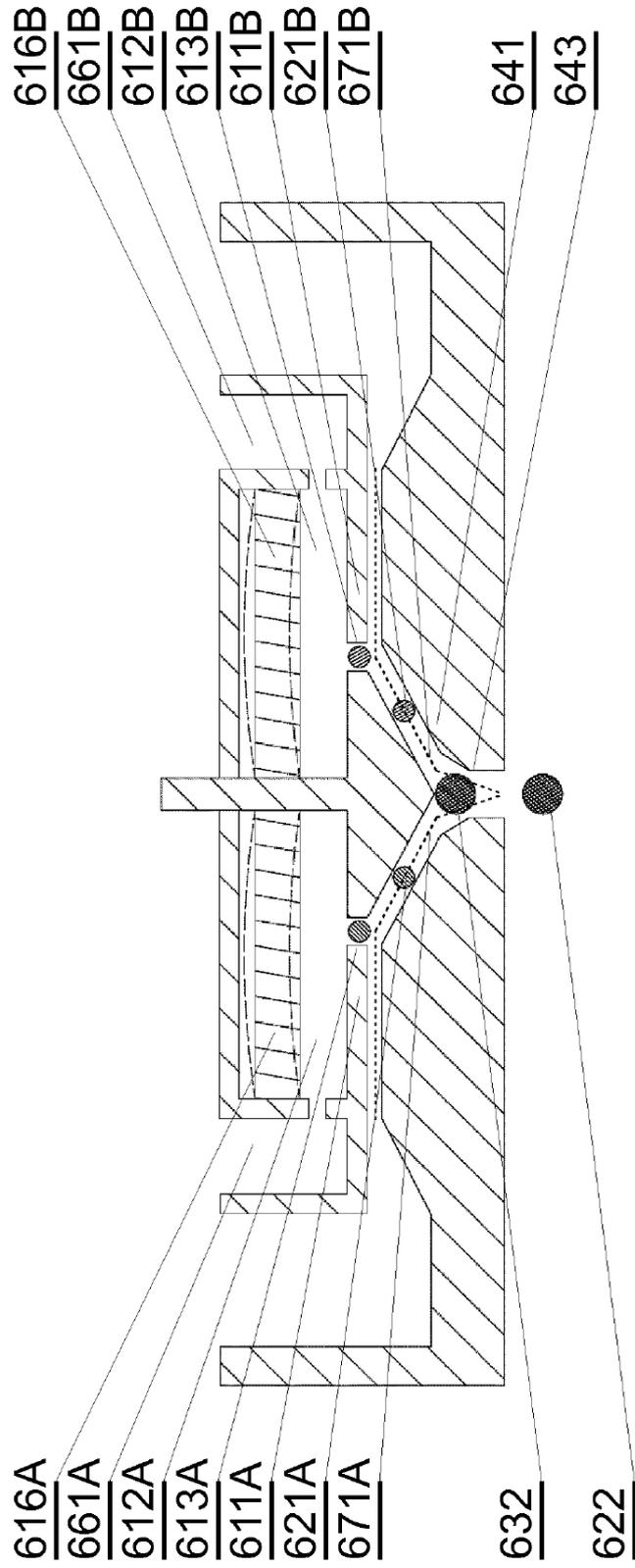


Fig. 13