

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 242**

51 Int. Cl.:

B29C 64/165 (2007.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

B33Y 40/00 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2013 PCT/US2013/057466**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO14039378**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2013 E 13834949 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 2892708**

54 Título: **Sistema de impresión tridimensional y conjunto de equipo**

30 Prioridad:

05.09.2012 US 201261696839 P

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

22.03.2019

73 Titular/es:

**APRECIA PHARMACEUTICALS LLC (100.0%)
10901 Kenwood Road
Blue Ash, OH 45242, US**

72 Inventor/es:

**YOO, JAEDEOK;
BRADBURY, THOMAS, J.;
BEBB, THOMAS, J.;
ISKRA, JAMES;
SURPRENANT, HENRY, L. y
WEST, THOMAS, G.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 705 242 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

Sistema de impresión tridimensional y conjunto de equipo

Campo de la invención

5 La presente invención concierne a un sistema de fabricación y un conjunto de equipo y el uso de los mismos para la preparación de impresión tridimensional de artículos a partir de uno o más polvos y uno o más líquidos aplicados al polvo.

Antecedentes de la invención

10 La definición rápida de prototipos describe diversas técnicas para fabricar un prototipo tridimensional de un objeto a partir de un modelo informático del objeto. Una técnica es la impresión tridimensional, por la que se usa una impresora para fabricar el prototipo 3-D a partir de una pluralidad de capas bidimensionales. En particular, una representación digital de un objeto 3-D se almacena en una memoria informática. Software informático secciona la representación del objeto en una pluralidad de capas 2-D distintas. Como alternativa, se puede introducir directamente un flujo (serie secuencial) de instrucciones para cada capa incremental, p. ej. una serie de imágenes. Una impresora 3-D fabrica entonces una capa delgada de material unido para cada capa de imagen 2-D seccionada por el software. Juntas, las capas se imprimen una encima de otra y se adhieren entre sí para formar el prototipo deseado.

15 Se ha usado tecnología de impresión tridimensional de polvo-líquido para preparar artículos tales como formas de dosis farmacéuticas, prototipos mecánicos y modelos de concepto, moldes para verter piezas mecánicas, implantes que promueven crecimiento óseo, placas de circuitos electrónicos, armazones para ingeniería tisular, composites biomédicos respondedores, implantes que promueven crecimiento tisular, restauraciones dental, joyas, filtros de fluido y otros artículos de este tipo.

20 La impresión tridimensional es una técnica de fabricación de forma libre sólida / técnica de creación rápida de prototipos en la que capas delgadas de polvo se dispersan sobre una superficie y regiones seleccionadas del polvo se unen juntas mediante la deposición controlada ("impresión") de un fluido. Este funcionamiento básico se repite capa por capa, con cada capa nueva formada encima y adherida a la capa previamente impresa, para formar finalmente objetos tridimensionales dentro de un lecho de polvo no unido. Cuando los objetos impresos tienen suficiente cohesión, se pueden separar del polvo no unido.

25 Sistemas y conjuntos de equipos para impresión tridimensional de artículos están disponibles comercialmente o en uso por otros: Massachusetts Institute of Technology Three-Dimensional Printing Laboratory (Cambridge, MA), sistemas 3DP y HD3DP™ de Z Corporation (Burlington, MA), The Ex One Company, L.L.C. (Irwin, PA), Soligen (Northridge, CA), Specific Surface Corporation (Franklin, MA), TDK Corporation (Chiba-ken, Japón), Therics L.L.C. (Akron, OH, ahora parte de Integra Lifesciences), Phoenix Analysis & Design Technologies (Tempe, AZ), sistema Dimension™ de Stratasys, Inc. (Eden Prairie, MN), Objet Geometries (Billerica, MA o Rehovot, Israel), Xpress3D (Minneapolis, MN), y sistema Invision™ de 3D Systems (Valencia, CA).

30 En la bibliografía de patentes se han descrito algunos sistemas: Publicaciones de EE. UU. n.º 20080281019, n.º 20080277823, n.º 20080275181, n.º 20080269940, n.º 20080269939, n.º 20080259434, n.º 20080241404, n.º 20080231645, n.º 20080229961, n.º 20080211132, n.º 20080192074, n.º 20080187711, n.º 20080180509, n.º 20080138515, n.º 20080124464, n.º 20080121172, n.º 20080121130, n.º 20080118655, n.º 20080110395, n.º 20080105144, n.º 20080068416, n.º 20080062214, n.º 20080042321, n.º 20070289705, n.º 20070259010, n.º 20070252871, n.º 20070195150, n.º 20070188549, n.º 20070187508, n.º 20070182799, n.º 20070182782, n.º 20070168815, n.º 20070146734, n.º 20060268057, n.º 20060268044, n.º 20060230970, n.º 20060141145, n.º 20060127153, n.º 20060111807, n.º 20060110443, n.º 20060099287, n.º 20060077241, n.º 20050054039, n.º 20060035034, n.º 20060030964, n.º 20050247216, n.º 20050204939, n.º 20050197431, n.º 20050179721, n.º 20050104241, n.º 20050069784, n.º 20050061241, n.º 20050059757, n.º 20040265413, n.º 20040262797, n.º 20040252174, n.º 20040243133, n.º 20040225398, n.º 20040187714, n.º 20040183796, n.º 20040145781, n.º 20040145628, n.º 20040145267, n.º 20040143359, n.º 20040141043, n.º 20040141030, n.º 20040141025, n.º 20040141024, n.º 20040118309, n.º 20040112523, n.º 20040056378, n.º 20040012112, n.º 20040005360, n.º 20040005182, n.º 20040004653, n.º 20040004303, n.º 20040003741, n.º 20040003738, n.º 20030207959, n.º 20030198677, n.º 20030143268, n.º 20020125592, n.º 20020114652, n.º 20020079601, n.º 20020064745, n.º 20020033548, n.º 20020015728, n.º 20010028471, y n.º 20010017085; EE. UU. Patentes n.º 5.490.962, n.º 5.204.055, n.º 5.121.329, n.º 5.127.037, n.º 5.252.264, n.º 5.340.656, n.º 5.387.380, 5.490.882, n.º 5.518.680, n.º 5.717.599, n.º 5.851.465, n.º 5.869.170, n.º 5.874.279, n.º 5.879.489, n.º 5.902.441, n.º 5.934.343, n.º 5.940.674, n.º 6.007.318, n.º 6.146.567, n.º 6.165.406, n.º 6.193.923, n.º 6.200.508, n.º 6.213.168, n.º 6.336.480, n.º 6.363.606, n.º 6.375.874, n.º 6.416.850, n.º 6.508.971, n.º 6.530.958, n.º 6.547.994, n.º 6.596.224, n.º 6.772.026, n.º 6.838.035, n.º 6.850.334, n.º 6.905.645, n.º 6.945.638, n.º 6.989.115, n.º 7.220.380, n.º 7.291.002, n.º 7.365.129, n.º 7.435.368, n.º 7.455.804, n.º 7.686.955, n.º 7.828.022, n.º 8.017.055; Publicaciones Internacionales PCT n.º WO 00/26026, n.º WO 98/043762, n.º WO 95/034468, n.º WO 95/011007; patente europea n.º 1.631.440, que emplea un sistema basado en coordenadas cilíndricas (radiales o polares) debido a su construcción y patente alemana n.º 202011003443 U1 que describe un dispositivo para producir productos que tienen geometrías individuales, que comprende un dispositivo portador de

5 sustrato, un dispositivo de aplicación de material para aplicar material, preferiblemente por encima del dispositivo portador de sustrato, dicho dispositivo de aplicación de material se puede mover respecto al dispositivo portador de sustrato, y un dispositivo de control que se acopla al dispositivo de aplicación de material para señalización. El dispositivo de aplicación de material se acopla a una interfaz de entrada para señalar y para la selección de un primer o un segundo modo de aplicación, el dispositivo de control y el dispositivo de aplicación se diseñan tal como para producir, en el primer modo de aplicación, un producto tridimensional sobre la superficie de una placa de sustrato por medio de un método de producción aditivo, dicha placa de sustrato se conecta al dispositivo portador de sustrato. Según el método de producción aditivo, se aplica un material curable en capas consecutivas, una o más regiones predeterminadas se curan selectivamente después o durante cada aplicación de una capa, las regiones predeterminadas se unen a una o más regiones de la capa subyacente. La región(es) predeterminada(s) es predeterminada por una geometría en sección transversal del producto en la capa respectiva y se almacena en el dispositivo de control, y el material curable se aplica en una pluralidad de capas consecutivas para producir el producto tridimensional. El dispositivo de control y el dispositivo de aplicación se diseñan además de manera que en el segundo modo de aplicación se aplican uno o más colores a regiones predeterminadas de un material de sustrato de impresión conectado al dispositivo portador de sustrato para producir una impresión monocroma o policroma.

20 Sistemas de impresión tridimensional que emplean sistemas de impresión basados en coordenadas radiales o polares son desfavorables porque tener cada posición de chorro ubicada en una posición radial diferente requiere que varíe la velocidad de superficie del sustrato por debajo de cada posición de chorro. La velocidad de superficie será la más grande para la posición de chorro más alejada del centro de rotación. Esto se puede compensar normalizando la densidad de impresión en todas las posiciones de chorro ya sea ajustando las imágenes aportadas o posiblemente la frecuencia de impulsión. Sin embargo, estos métodos de compensación simplemente provocan que objetos impresos radialmente se emulen entre sí a diferencia de réplicas verdaderas. El ángulo de entrada de las gotitas al lecho de polvo también variará con la posición radial creando de nuevo diferencias sutiles en los objetos impresos en diferentes ubicaciones. Alineación y entrelazado de múltiples cabezales de impresión es otra desventaja para imprimir radialmente. Aunque factible es más complejo que para sistemas cartesianos.

Compendio de la invención

La invención está definida por la combinación de rasgos de la reivindicación 1.

30 La presente invención proporciona un sistema de fabricación y un conjunto de equipo útil para la preparación de artículos mediante impresión tridimensional. El sistema y el conjunto se pueden usar para fabricación de alta producción continua, semicontinua o por lotes con mínima pérdida de productos, alta eficiencia y alta reproducibilidad de productos en el contexto de diseño flexible de artículos.

La invención proporciona un conjunto de equipo de impresión tridimensional que comprende:

a) un sistema de construcción de impresión tridimensional que comprende:

un sistema transportador adaptado para conducir varios módulos de construcción;

35 varios módulos de construcción acoplados con el sistema transportador, en donde los módulos de construcción se adaptan para recibir y retener temporalmente polvo de un sistema de estratificación de polvo; y

40 al menos una estación de construcción que comprende: 1) al menos un sistema de estratificación de polvo adaptado para formar capas de polvo incrementales dentro de los módulos de construcción; y 2) al menos un sistema de impresión adaptado para aplicar un líquido según un patrón predeterminado a capas de polvo incrementales dentro de los módulos de construcción;

en donde el sistema transportador transporta repetidamente los módulos de construcción desde el al menos un sistema de estratificación de polvo hacia el al menos un sistema de impresión para formar un lecho impreso tridimensionalmente que comprende uno o más artículos impresos tridimensionalmente en los módulos de construcción.

45 En algunas realizaciones, el conjunto de equipo de impresión tridimensional comprende además al menos un sistema de retirada de líquido adaptado para recibir uno o más lechos impresos tridimensionalmente y para retirar líquido de una o más capas de polvo sobre las que se ha aplicado el líquido y/o del lecho impreso tridimensionalmente.

50 En algunas realizaciones, un módulo de construcción comprende una plataforma ajustable en altura incrementalmente adaptada para recibir y retener temporalmente al menos una capa incremental o varias capas de polvo incrementales apiladas. En algunas realizaciones, un módulo de construcción comprende un cuerpo que comprende una superficie superior con una cavidad, una plataforma de construcción ajustable en altura dispuesta dentro de la cavidad, ajustador de altura acoplado con el cuerpo y la plataforma, y medios de acoplamiento. En algunas realizaciones, varios módulos de construcción se acoplan de manera retirable con el sistema transportador. En algunas realizaciones, la plataforma se adapta para bajar (rebaje) y/o subir uno o más incrementos tras la colocación de una capa incremental de polvo sobre la misma. El desplazamiento de plataforma puede ocurrir antes o después de la colocación de una subsiguiente capa incremental de polvo sobre la misma, laminando por presión de ese modo o retirando una parte de polvo de una

- capa de polvo que ha sido posada. En algunas realizaciones, el tamaño de un incremento es predeterminado. En algunas realizaciones, el módulo de construcción comprende una o más paredes laterales que rodean la placa de construcción y adaptadas para retener polvo sobre la plataforma ajustable en altura. En algunas realizaciones, el módulo de construcción comprende además una placa de construcción retirable dispuesta por debajo de la superficie superior del módulo de construcción. En algunas realizaciones, la placa de construcción retirable se dispone por encima de la plataforma ajustable en altura y se adapta para recibir y soportar una o más capas de polvo incrementales. En algunas realizaciones, la placa de construcción retirable es plana, porosa, perforada, texturizada, recubierta, moleteada, lisa o una combinación de las mismas. En algunas realizaciones, se adaptan medios de acoplamiento para acoplar de manera retirable un módulo de construcción con el sistema transportador.
- 5
- 10 En algunas realizaciones, el sistema transportador conduce los varios módulos de construcción a lo largo de un camino tortuoso plano, un camino tortuoso horizontal, un camino tortuoso vertical, o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el sistema transportador se adapta para transportar varios módulos de construcción a lo largo de un camino en sentido antihorario o sentido horario. En algunas realizaciones, el camino del sistema transportador modular es circular, elipsoide, rectangular, semicircular, cuadrado, triangular, pentagonal, hexagonal, octagonal, ovalado, poligonal, paralelepípedo, cuadrilátero, geométrico, simétrico, asimétrico, o equivalentes de los mismos con esquinas y/o cantos redondeados. En algunas realizaciones, el sistema transportador modular comprende varios módulos transportadores, al menos un motor de impulsión, al menos un controlador de posicionamiento, y un camino a lo largo del que se conducen varios módulos de construcción. En algunas realizaciones, un módulo transportador comprende un cuerpo, uno o más medios de acoplamiento de módulo de construcción, y medios de acoplamiento de módulo transportador por medio de los que varios módulos transportadores se adaptan para acoplarse para formar un transportador modular. En algunas realizaciones, el sistema transportador comprende varios accesorios adaptados para retener de manera retirable los varios módulos de construcción. En algunas realizaciones, el accesorio comprende uno o más enlaces de metal con seguidores de leva o comprende ruedas, placas y/o apoyos conectados a un módulo de construcción y montados sobre un sistema de carril sobre el que se conduce el módulo de construcción. En algunas realizaciones, el sistema transportador comprende además uno o más controladores de posicionamiento. En algunas realizaciones, el sistema transportador es un sistema de bucle continuo o discontinuo.
- 15
- 20
- 25
- En algunas realizaciones, la al menos una estación de construcción es ajustable en altura incrementalmente con respecto a los módulos de construcción, por lo que el espacio vertical entre el módulo de construcción y la estación de construcción se puede ajustar en uno o más incrementos. En algunas realizaciones, una estación de construcción ajustable en altura incrementalmente se adapta para subir uno o más incrementos tras la colocación de una capa de polvo sobre un módulo de construcción y antes de la colocación de una subsiguiente capa de polvo el módulo de construcción. En algunas realizaciones, se logra un cambio de altura cambiando la posición vertical con respecto a una posición anterior de la plataforma o con respecto a una posición absoluta de la plataforma respecto al módulo de construcción. En algunas realizaciones, la estación de construcción se fija verticalmente con respecto a los módulos de construcción y una plataforma de construcción dentro de un módulo de construcción es ajustable en altura verticalmente con respecto al módulo de construcción de modo que la distancia vertical entre la estación de construcción y el módulo de construcción permanece igual durante una vuelta de impresión o ciclo de impresión.
- 30
- 35
- En algunas realizaciones, el tamaño del incremento es el mismo para cada capa incremental de un ciclo de construcción, es diferente para una o más capas incrementales de un ciclo de construcción o una combinación de los mismos. Un ciclo de construcción comprende uno o más vueltas de construcción o varias vueltas de construcción y se define como la suma total de vueltas de construcción requeridas para formar un artículo 3DP. Una vuelta de construcción se define como el proceso de formar una capa incremental impresa, es decir, colocar una capa incremental de material de construcción en polvo y depositar líquido (de impresión) sobre él. Por consiguiente, un ciclo de construcción resulta en la formación de varias capas incrementales impresas apiladas que se adhieren entre sí para formar juntas un artículo impreso tridimensionalmente.
- 40
- 45
- En algunas realizaciones, el al menos un sistema de estratificación de polvo comprende al menos un cabezal de llenado de polvo. En algunas realizaciones, el cabezal de llenado de polvo es estacionario, lo que significa que no se mueve, ya sea longitudinalmente o transversalmente con respecto al plano de la superficie superior de un módulo de construcción, cuando se aplica una capa incremental de polvo sobre el módulo de construcción. En algunas realizaciones, un cabezal de llenado de polvo comprende al menos un cuerpo de cabezal de llenado de polvo, al menos un dispersor de polvo, y al menos un controlador de altura de polvo. En algunas realizaciones, un sistema de estratificación de polvo comprende un cabezal de llenado de polvo, al menos un depósito de polvo y un tubo alimentador de polvo adaptado para transferir polvo desde el depósito de polvo al cabezal de llenado de polvo. En algunas realizaciones, el dispersor de polvo es un rodillo cilíndrico cuyo eje tiene o define una dirección radial de movimiento opuesta a la dirección lineal de movimiento de un módulo de construcción a través del sistema de estratificación de polvo. En algunas realizaciones, el dispersor de polvo es un rodillo cilíndrico, barra, varilla, placa o canto liso recto. En algunas realizaciones, el cabezal de llenado de polvo comprende una tolva o rampa de caída.
- 50
- 55
- En algunas realizaciones, el al menos un sistema de impresión se adapta para aplicar (depositar) líquido al polvo según un algoritmo de coordenadas cartesianas en lugar de un algoritmo de coordenadas polares (radiales) (sistema de coordenadas cilíndricas, sistema de coordenadas circulares, o sistema de coordenadas esféricas). En algunas realizaciones, el sistema de impresión comprende al menos un cabezal de impresión adaptado para depositar líquido sobre una capa incremental de polvo en una estación de construcción y al menos un sistema de alimentación de
- 60

- 5 líquido. Un cabezal de impresión puede comprender uno o más módulos de impresión o varios módulos de impresión. En algunas realizaciones, la invención excluye un sistema de impresión adaptado para aplicar líquido al polvo solamente según un sistema de coordenadas polares (radiales). En algunas realizaciones, la invención excluye un conjunto de equipo o un método en donde el cabezal de llenado de polvo se mueve lateralmente o transversalmente o no es estacionario, con respecto a un módulo de construcción, mientras se deposita una capa de polvo incremental. En algunas realizaciones, la invención excluye un conjunto de equipo o un método en donde el cabezal de impresión se mueve lateralmente o transversalmente o no es estacionario, con respecto a un módulo de construcción, mientras se aplica líquido a una capa de polvo incremental.
- 10 En algunas realizaciones, el al menos un sistema de impresión se adapta para aplicar (depositar) líquido como patrón tridimensional de gotitas o como varios patrones bidimensionales de gotitas que definen uno o más artículos. En algunas realizaciones, el patrón comprende gotitas colocadas a igual espaciamiento dentro de uno o más artículos. En algunas realizaciones, este patrón comprende gotitas colocadas a desigual espaciamiento dentro de uno o más artículos. En algunas realizaciones, este patrón comprende gotitas con diferente espaciamiento dentro de diferentes regiones de un artículo. En algunas realizaciones, este patrón comprende gotitas con espaciamiento más apretado (es decir, mayor densidad de impresión) en una región que define el exterior de un artículo. En algunas realizaciones, este patrón comprende gotitas con espaciamiento más suelto (es decir, menor densidad de impresión) en una región interior a un artículo.
- 15 En algunas realizaciones, se usa más de un patrón. En algunas realizaciones, se usa más de un líquido. En algunas realizaciones, el líquido comprende un solvente puro, mezcla de solventes, solución, suspensión, coloide, emulsión, masa derretida o una combinación de los mismos.
- 20 En algunas realizaciones, tanto el cabezal de impresión como el cabezal de llenado de polvo están estacionarios durante la formación de una capa incremental impresa o están estacionarios como se describe de otro modo en esta memoria.
- 25 En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende además un sistema de transferencia de lecho adaptado para transferir lechos impresos tridimensionalmente, uno o más cada vez, alejándolos del sistema de construcción de impresión tridimensional. En algunas realizaciones, el sistema de transferencia de lecho se adapta para transferir lechos impresos tridimensionalmente a uno o más sistemas de retirada de líquido y/o uno o más sistemas de recolección. En algunas realizaciones, el sistema de transferencia se integra con el sistema transportador, el sistema de retirada de líquido o ambos.
- 30 En algunas realizaciones, el sistema de retirada de líquido comprende al menos un secador. En algunas realizaciones, el sistema de retirada de líquido se adapta para procesar dos o más placas de construcción y su contenido de uno en uno. En algunas realizaciones, el sistema de retirada de líquido se adapta para procesar dos o más lechos impresos de uno en uno. En algunas realizaciones, el sistema de retirada de líquido se adapta para procesar dos o más artículos impresos de uno en uno.
- 35 En algunas realizaciones, el lecho de polvo impreso tridimensionalmente comprende polvo suelto (no unido) y uno o más artículos impresos tridimensionalmente antes de recolectar del artículo(s) impreso(s) desde el polvo suelto. En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende uno o más sistemas de recolección adaptados para separar polvo suelto del uno o más artículos impresos tridimensionalmente. En algunas realizaciones, el sistema de recolección procesa lechos impresos ya procesados por el sistema de retirada de líquido. En algunas realizaciones, el sistema de recolección comprende recogedor de polvo suelto y recogedor de artículo impreso tridimensionalmente. En algunas realizaciones, el sistema de recolección comprende una superficie vibratoria u orbital adaptada para recibir el lecho de polvo impreso tridimensionalmente o los artículos impresos tridimensionalmente. En algunas realizaciones, el sistema de recolección comprende un transportador al vacío con una criba para separar artículos del polvo suelto. La superficie vibratoria puede ser perforada, no perforada, corrugada, lisa o no lisa para permitir separación de polvo suelto de los artículos impresos.
- 40 En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende además un sistema despolvoreador adaptado para retirar partículas sueltas de artículos impresos que han sido recolectados de un lecho de polvo impreso. Un sistema despolvoreador puede comprender un alojamiento que define una región de despolvoreado, uno o más chorros de aire, p. ej. una o más cuchillas de aire, que dirigen aire presurizado a la región de despolvoreado, una o más superficies o retenedores en la región de despolvoreado para retener temporalmente uno o más artículos impresos que se están despolvoreando, y una o más salidas a través de las que salen partículas retiradas y aire del alojamiento o región de despolvoreado.
- 45 En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende además un sistema de carga de placa de construcción adaptado para colocar una o más placas de construcción sobre la plataforma(s) ajustable(s) en altura del uno o más módulos de construcción.
- 50 En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende además uno o más sistemas de recuperación de polvo adaptados para recoger polvo del uno o más sistemas del conjunto de equipo y devolverlo a un depósito de polvo. El sistema de recuperación puede comprender uno o más recogedores de polvo suelto y uno o más conductos para
- 55

conducir polvo suelto desde el uno o más recogedores a un depósito de polvo. El sistema de recuperación puede comprender además: a) uno o más mezcladores de polvo para mezclar polvo suelto recuperado con polvo suelto virgen; b) uno o más sistemas de manejo de polvo por aire presurizado que facilitan la transferencia de polvo suelto desde una ubicación a otra; c) uno o más sistemas de manejo de polvo al vacío que facilitan la transferencia de polvo suelto desde una ubicación a otra; d) uno o más sistemas mecánicos de manejo de polvo que transfieren polvo suelto desde una ubicación a otra; e) uno o más sistemas manuales de manejo de polvo que transfieren polvo suelto desde una ubicación a otra; o f) una combinación de los mismos.

En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende además un sistema de control que comprende uno o más controladores computarizados, uno o más ordenadores y una o más interfaces de usuario para uno o más ordenadores. En algunas realizaciones, uno o más componentes del conjunto de equipo son controlados por ordenador. En algunas realizaciones, uno o más componentes del sistema de construcción de impresión tridimensional son controlados por ordenador. En algunas realizaciones, el sistema transportador, las plataformas ajustables en altura de los módulos de construcción, el al menos un sistema de estratificación de polvo y el al menos un sistema de impresión son controlados por ordenador. En algunas realizaciones, el conjunto de equipo se adapta para dispersar capas de polvo y depositar (imprimir) gotitas de líquido en un patrón predeterminado sobre las capas según instrucciones proporcionadas por un controlador computarizado. En algunas realizaciones, el patrón predeterminado se basa en uno o más archivos de imagen bidimensional que comprende píxeles. En algunas realizaciones, los archivos de imagen bidimensional se estructuran de manera que ciertos píxeles indican dispensación de gotitas, y otros píxeles representan no dispensación de gotitas. En algunas realizaciones, los archivos de imagen bidimensional incluyen diferentes colores de píxeles para indicar dispensación de diferentes líquidos, o no dispensación de líquido.

En algunas realizaciones, el patrón predeterminado para aplicar el líquido es el mismo en cada capa incremental, es el mismo en dos o más capas incrementales, es diferente en una o más capas incrementales, es diferente en todas las capas incrementales, o es el mismo para un primer grupo de capa incremental y el mismo para un segundo grupo de capas incrementales pero el patrón para el primer grupo es diferente del patrón para el segundo grupo.

En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende además una o más superficies de trabajo, mesas, pórticos, recintos y/o plataformas.

Algunas realizaciones de la invención incluyen aquellas en donde: 1) está presente al menos un sistema de retirada de líquido; 2) el conjunto de equipo comprende además al menos un sistema de empaquetado adaptado para empaquetar uno o más artículos impresos tridimensionalmente; 3) el sistema transportador se adapta para transportar repetidamente los varios módulos de construcción, desde el al menos un sistema de estratificación de polvo hacia el al menos un sistema de impresión, de manera lineal, y no de manera radial, facilitando de ese modo impresión en coordenadas cartesianas y no impresión radial (coordenadas polares); 4) el conjunto de equipo comprende además un sistema de recuperación de polvo para recuperar, y opcionalmente reciclar, polvo no impreso; 5) el conjunto de equipo comprende además un detector de líquido; 6) un detector de líquido detecta la presencia de líquido en una o más capas incrementales impresas y/o en uno o más artículos impresos; 7) el conjunto de equipo comprende además un sistema de inspección; 8) un sistema de inspección es un sistema de inspección de polvo impreso que determina la integridad de impresión en una o más capas incrementales impresas y/o uno o más artículos impresos y/o determina si se aplicó apropiadamente polvo en una o más capas incrementales; 9) determinar la integridad de impresión comprende al menos uno de determinar si se ha aplicado correctamente líquido a una o más capas incrementales según uno o más patrones predeterminados y/o determinar si se ha aplicado correctamente líquido a una o más capas incrementales según una cantidad predeterminada; 10) el sistema de inspección es un sistema de inspección de artículo impreso que determina si uno o más artículos impresos tienen tamaño, forma, peso, apariencia, densidad, contenido y/o color correctos; 11) el sistema de inspección es un sistema de inspección de aplicación de líquido que monitoriza gotitas de líquido aplicadas por el cabezal de impresión al polvo; 12) el sistema de inspección comprende una o más cámaras; y/o 13) en cada aparición del grupo se selecciona independientemente una cámara que consiste en una cámara de longitud de onda visible, una cámara de longitud de onda UV, una cámara de longitud de onda de infrarrojos cercanos, una cámara de rayos X y una cámara de longitud de onda de infrarrojos.

La invención incluye todas las combinaciones de las realizaciones, subrealizaciones y aspectos descritos en esta memoria. Por consiguiente, la invención incluye las realizaciones y aspectos descritos específicamente, descritos ampliamente o descritos estrechamente en esta memoria, así como combinaciones de los mismos y subcombinaciones de los elementos individuales de dichas realizaciones y aspectos.

Otros rasgos, ventajas y realizaciones de la invención se harán evidentes a los expertos en la técnica mediante los siguientes ejemplos adjuntos de descripción.

Breve descripción de las figuras

Las siguientes figuras forman parte de la presente descripción y describen realizaciones ejemplares de la invención reivindicada. Estos dibujos no están dibujados necesariamente a escala, y en cambio pretenden ilustrar los principios generales de la invención que se describen además en esta memoria.

La figura 1 representa una vista en planta superior de una formación ejemplar de un conjunto de equipo de impresión

tridimensional de la invención.

La figura 2A representa una vista de alzado delantero de un módulo de construcción ejemplar de la invención.

La figura 2B representa una vista lateral parcial en perspectiva del módulo de construcción de la figura 2A.

5 La figura 2C representa una vista de alzado delantero de tres segmentos de un sistema transportador modular o segmentado.

La figura 2D representa una vista en planta superior de los tres segmentos de la figura 2C.

La figura 2E representa una vista de alzado lateral de un aspirador ejemplar opcional.

La figura 3A representa una vista en planta superior de un sistema de impresión ejemplar de la invención.

La figura 3B representa una vista de alzado lateral del sistema de impresión ejemplar de la figura 3A.

10 La figura 3C representa una vista de alzado delantero del sistema de impresión ejemplar de la figura 3A.

La figura 4 representa una vista inferior en perspectiva de una formación ejemplar de módulos de impresión en el cabezal de impresión de un sistema de impresión.

La figura 5 representa vistas inferiores en planta de formaciones ejemplares alternativas para los módulos de impresión en diferentes cabezales de impresión.

15 La figura 6 representa formas ejemplares alternativas de las placas de construcción de la invención.

La figura 7A representa una vista en planta superior de un sistema ejemplar de carga de placa de construcción de la invención.

La figura 7B representa una vista de alzado lateral del sistema ejemplar de carga de placa de construcción de la figura 7A.

20 La figura 8A representa una vista en planta superior de un sistema ejemplar de estratificación de polvo de la invención.

La figura 8B representa una vista de alzado lateral del sistema ejemplar de estratificación de polvo de la figura 8A.

La figura 8C representa una vista de alzado delantero del sistema ejemplar de estratificación de polvo de la figura 8A.

La figura 9 representa una vista en perspectiva de un cabezal ejemplar de llenado de polvo de la invención.

La figura 10A representa una vista en planta superior de un sistema ejemplar de transferencia de lecho de la invención.

25 La figura 10B representa una vista de alzado lateral del sistema ejemplar de transferencia de lecho de la figura 10A.

La figura 10C representa una vista parcial en planta superior de un sistema ejemplar alternativo de transferencia de lecho.

Las figuras 11A-11B representan vistas parciales de alzado lateral en sección de realizaciones alternativas de procesos ejemplares de impresión tridimensional en un módulo de construcción de la invención.

30 Las figuras 12A-12D representan vistas superiores en planta de formaciones ejemplares de un sistema de construcción de impresión tridimensional de la invención.

La figura 12E representa una vista de alzado lateral de una formación ejemplar de un sistema de construcción de impresión tridimensional de la invención.

35 La figura 13A representa una vista parcial de alzado lateral en sección de un secador o sistema de retirada de fluido ejemplares de la invención.

La figura 13B representa una vista parcial de alzado lateral en sección de un secador o sistema de retirada de fluido ejemplares alternativos de la invención.

La figura 14 representa una vista de alzado lateral de un sistema de recolección ejemplar de la invención.

La figura 15 representa una vista de alzado lateral de un sistema de empaquetado ejemplar de la invención.

40 La figura 16 representa una vista parcial en planta superior de una estación de construcción ejemplar que comprende un sistema de estratificación de polvo y un cabezal de impresión.

Las figuras 17A-17D representan vistas superiores en planta de diversas realizaciones diferentes de un cabezal de

impresión y disposiciones del mismo.

La figura 18 representa una vista en perspectiva de una combinación de sistema recolector y despolvoreador o conjunto de sistema de despolvoreado.

5 Las figuras 19A-19C representan juntas un flujo lógico ejemplar para el funcionamiento del conjunto de equipo de la invención.

La figura 19A continúa a la figura 19B, que continúa a la figura 19C, que se refiere nuevamente a la figura 19A.

La figura 20 representa un flujo lógico ejemplar para el funcionamiento del sistema de estratificación de polvo.

La figura 21 representa un flujo lógico ejemplar para el funcionamiento del sistema de impresión.

La figura 22 representa un flujo lógico ejemplar para el diseño de una forma de dosis.

10 Descripción detallada de la invención

15 La invención proporciona un conjunto de equipo y sistema útil para la fabricación de artículos por medio de un proceso de impresión tridimensional. El conjunto y sistema son adecuados para preparación de artículos a escala/volumen pequeños, escala/volumen medios y escala/volumen grandes. El proceso de impresión tridimensional comprende formar una capa incremental de polvo sobre una superficie y posteriormente imprimir/aplicar un líquido sobre la capa, luego repetir las etapas de formar e imprimir un número de veces suficiente para formar un lecho de polvo impreso que comprende uno o más artículos impresos tridimensionalmente pretendidos y polvo suelto. Cualquier líquido en exceso/no deseado que queda en el artículo(s) se retira y el polvo suelto se separa del artículo, que luego es recogido.

20 Generalmente, un conjunto de equipo de impresión tridimensional o sistema comprende diversos subsistemas que incluyen uno o más sistemas de construcción de impresión tridimensional, uno o más sistemas de recolección, y opcionalmente uno o más sistemas de retirada de líquido. El conjunto de equipo puede comprender uno o más sistemas de construcción de impresión tridimensional, uno o más sistemas de recolección, uno o más sistemas de retirada de líquido y opcionalmente uno o más otros sistemas. En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende además uno o más (sub)sistemas seleccionados de uno o más sistemas de carga de placa de construcción, uno o más sistemas de recuperación de polvo, uno o más sistemas de control, uno o más sistemas de posicionamiento de transportador o de módulo de construcción, uno o más motores de impulsión de transportador, uno o más sistemas de transferencia de lecho, o una combinación de sistemas de los mismos.

30 Como se emplea en esta memoria, un "sistema de construcción de impresión tridimensional" generalmente comprende un sistema transportador, varios módulos de construcción, al menos una estación de construcción, y opcionalmente uno o más otros componentes. La función del sistema de construcción de impresión tridimensional es formar uno o más artículos impresos tridimensionalmente a partir de un lecho multicapa de polvo en un módulo de construcción. Varios módulos de construcción se acoplan con un sistema transportador que se adapta para conducir los módulos de construcción a lo largo de un camino predeterminado que atraviesa una o más estaciones de construcción. Un módulo de construcción es conducido a un sistema de estratificación de polvo, y se forma una capa incremental de polvo sobre la superficie superior de una cavidad de un módulo de construcción. El módulo de construcción es conducido luego a un sistema de impresión, y se aplica un líquido a la capa incremental de polvo según un patrón predeterminado formando de ese modo una capa de polvo unida parcial o totalmente (una capa incremental impresa). Las etapas de conducir el módulo de construcción, formar una capa incremental de polvo y aplicar un líquido a la capa se consideran que son una única vuelta de construcción del proceso. Las vueltas de construcción se repiten en módulos de construcción de manera que una capa incremental impresa de una vuelta se adhiere a una capa incremental impresa de una vuelta anterior o subsiguiente. Las vueltas de construcción se repiten en módulos de construcción un número de veces suficiente para formar un lecho impreso tridimensionalmente que comprende uno o más artículos impresos tridimensionalmente y polvo suelto, en donde el artículo impreso tridimensionalmente comprende al menos dos capas incrementales impresas. El líquido aplicado al patrón se puede secar o no suficientemente en condiciones ambientales entre vueltas de construcción; por lo tanto, entre vueltas de construcción se puede incluir una etapa de retirada de líquido. Sin embargo, si el líquido no se seca suficientemente entre vueltas de construcción, entonces se puede realizar una etapa opcional de retirada de líquido tras el término de todas las vueltas de construcción, es decir, tras el término de un ciclo de construcción, para un artículo impreso tridimensionalmente pretendido.

50 El sistema transportador se adapta para conducir módulos de construcción a través de un curso/camino predeterminado durante y entre vueltas de construcción. Se puede usar sustancialmente cualquier sistema útil para transportar materiales sólidos desde una primera ubicación a una segunda ubicación y nuevamente a la primera ubicación. En algunas realizaciones, el sistema transportador es un sistema transportador cíclico, lineal u oscilante. En algunas realizaciones, el sistema transportador cíclico conduce módulos de construcción desde la primera ubicación a una segunda ubicación y luego nuevamente a la primera ubicación. En algunas realizaciones, el sistema transportador es un sistema transportador cíclico o iterativo que conduce módulos de construcción dos o más veces a través de la misma estación o estaciones de construcción. En algunas realizaciones, el sistema transportador lineal conduce módulos de construcción desde una primera estación de construcción a una segunda estación de construcción y opcionalmente una o más otras estaciones de construcción. En algunas realizaciones, el sistema oscilante conduce uno o más

módulos de construcción a través de al menos una estación de construcción en una primera dirección y luego conduce el uno o más módulos de construcción a través de la al menos una estación de construcción en una dirección opuesta.

La figura 1 representa una vista en planta superior de un conjunto ejemplar de equipo de impresión tridimensional (1) que comprende un transportador (2) adaptado para conducir varios módulos de construcción (6) acoplados con el sistema transportador a lo largo de un camino predeterminado a través de regiones de construcción en una o más estaciones de construcción, respectivamente, que comprende: a) al menos un sistema de estratificación de polvo (3) adaptado para formar capas de polvo incrementales dentro de los módulos de construcción; y b) al menos un sistema de impresión (4) adaptado para aplicar un líquido según un patrón predeterminado a capas de polvo incrementales dentro de los módulos de construcción. Los módulos de construcción se adaptan para recibir y retener temporalmente polvo desde el sistema de estratificación de polvo. En el sistema cíclico representado, el sistema transportador es un sistema de bucle continuo que transporta/hace ciclos repetidamente con los módulos de construcción desde el al menos un sistema de estratificación de polvo hacia el al menos un sistema de impresión para formar un lecho impreso tridimensionalmente que comprende uno o más artículos impresos tridimensionalmente en los módulos de construcción. El sistema ejemplar transportador (2) comprende al menos un impulsor (12) y varios módulos transportadores (2a), formando de ese modo un sistema transportador modular o segmentado. Un módulo transportador se acopla con un correspondiente módulo de construcción y es conducido a lo largo de una trayectoria predeterminada en la dirección de la Flecha A.

El conjunto de equipo en la figura 1 representa impresión tridimensional acabada de un primer lote de artículos 3D (tridimensional) y el comienzo de la impresión 3-D de un segundo lote de artículos 3-D. Un lecho impreso tridimensionalmente desde la final de un primer ciclo de construcción está en el módulo de construcción (6a), y el comienzo del segundo lote empieza con una capa incremental impresa en el módulo de construcción (6L). El módulo de construcción (6a) incluye seis artículos 3-D en un lecho impreso de polvo. Conforme los módulos de construcción (6, 6a-6L) son conducidos a lo largo del curso predeterminado, pasan a través del sistema de transferencia de lecho (8), que trasfiere placas de construcción que contienen lechos impresos tridimensionalmente completados, uno o más cada vez, alejándose del sistema de construcción de impresión tridimensional. Un módulo de construcción comprende un cuerpo (7a), y una superficie superior (7c) que tiene una cavidad en la que se dispone una plataforma de construcción ajustable en altura (7b). Un módulo de construcción vacío (6g) recibe opcionalmente una placa de construcción (10) conforme atraviesa la región de carga de placa de construcción de un sistema opcional de carga de placa de construcción (9). El módulo de construcción (6h) está ahora preparado para recibir polvo. A través de al menos una estación de construcción, que comprende al menos un sistema de estratificación de polvo (3) y al menos un sistema de impresión (4), pasarán módulos de construcción.

El módulo de construcción (6j) se representa pasando a través de la región de dispensación de polvo de un sistema de estratificación de polvo (3). El módulo de construcción (6k) se representa entre el sistema de estratificación de polvo (3) y el sistema de impresión (4) y en la región de recuperación de un sistema opcional de recuperación de polvo (11), que coge polvo suelto de la superficie superior de los módulos de construcción. El módulo de construcción (6L), que es el primer módulo de construcción de la siguiente vuelta de construcción, se representa pasando a través de la región de impresión del sistema de impresión (4). Se puede usar un sistema de control, que comprende al menos uno o más ordenadores y una o más interfaces de uso (5), para controlar e integrar (coordinar) el funcionamiento de los diversos componentes y sistemas del conjunto de equipo (1). En algunas realizaciones, el funcionamiento de cada uno del sistema transportador, las plataformas ajustables en altura de los módulos de construcción, el al menos un sistema de estratificación de polvo, y el al menos un sistema de impresión es controlado por el sistema de control. En algunas realizaciones, el funcionamiento de uno o más del sistema de carga de placa de construcción (9), el sistema opcional de recuperación de polvo (11) y el sistema de transferencia de lecho es controlado por el sistema de control.

Un conjunto de equipo puede comprender además un sistema de transferencia de lecho (8) adaptado para transferir lechos impresos tridimensionalmente, uno o más cada vez, alejándose del sistema de construcción de impresión tridimensional. El sistema ejemplar de transferencia de lecho (8) representado se adapta para retirar simultáneamente dos o más lechos impresos de respectivos módulos de construcción en una región de transferencia de lecho. En algunas realizaciones, el sistema de transferencia de lecho se adapta para transferir lechos impresos tridimensionalmente y placas de construcción correspondientes (y/o módulos de construcción), uno o más cada vez, alejándolos del sistema de construcción de impresión tridimensional.

Un módulo de construcción recibe y retiene polvo depositado sobre el mismo por un sistema de estratificación de polvo. En algunas realizaciones, el módulo de construcción comprende una plataforma ajustable en altura dispuesta dentro de una cavidad en la superficie superior del módulo de construcción, en donde la cavidad es definida por paredes laterales. La plataforma ajustable en altura en combinación con las paredes laterales forman una cavidad para el polvo. La plataforma se puede adaptar para subir o bajar incrementalmente. Dentro de la cavidad se coloca polvo y ya sea directa o indirectamente (tal como por medio de una placa de construcción) sobre la plataforma.

Las figuras 2A-2B representan un módulo de construcción ejemplar (15), en donde la figura 2A es una vista en alzado delantero y la figura 2B es una vista lateral en perspectiva. El módulo de construcción comprende un cuerpo (16a), una cavidad (16b) en la superficie superior (16d) como definen las paredes circundantes (16c), y el ajustador de altura (19a, 19b) acoplado con la plataforma ajustable en altura (17), y adaptado para subir y bajar esta, dispuesta en la cavidad. El módulo de construcción se representa con una placa de construcción (18) dispuesta por encima de la

plataforma, y acoplamiento (20) por medio del cual se acopla con el sistema transportador. Un módulo de construcción se puede acoplar permanentemente o de manera retirable con el sistema transportador. Aunque el cuerpo y la cavidad del módulo de construcción se representan como que tienen una forma rectangular, pueden formarse según sea necesario. El ajustador de altura puede comprender uno o más ajustadores de altura. En algunas realizaciones, el ajustador de altura es ajustable en altura incrementalmente haciendo de ese modo que la plataforma ajustable en altura también sea ajustable en altura incrementalmente. En algunas realizaciones, un componente o sistema ajustable en altura incrementalmente se adapta para subir en uno o más incrementos antes y/o después de la colocación de una capa de polvo sobre un módulo de construcción y antes de la colocación de una subsiguiente capa de polvo el módulo de construcción.

La altura de un incremento (así el grosor de una capa incremental) se puede controlar de maneras diferentes. En algunas realizaciones, el ajustador de altura es controlado por ordenador, por lo que el ordenador controla la subida o bajada de los medios de ajuste de altura mediante el tamaño de un incremento y/o mediante el número de incrementos. El tamaño (desplazamiento vertical) de un incremento puede variar de una capa incremental a otra capa incremental, ser el mismo entre una capa incremental y otra capa incremental o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el tamaño del incremento es el mismo para cada capa incremental (vuelta de construcción) de un ciclo de construcción, es diferente para una o más capas incrementales de un ciclo de construcción o una combinación de los mismos.

El tamaño de un incremento vertical puede ser respecto a una posición inicial anterior de la plataforma de construcción o el ajustador de altura del cabezal de llenado de polvo o ambos. Por ejemplo, la plataforma se baja dentro de la cavidad un primer incremento a una primera posición respecto a la superficie superior del módulo de construcción. Una capa incremental impresa se forma sobre la plataforma en la primera posición durante una primera vuelta de construcción. La plataforma es bajada luego un segundo incremento a una segunda posición pero respecto a donde estaba en la primera posición. Otra capa incremental impresa se forma sobre la plataforma mientras está en la segunda posición durante una segunda vuelta de construcción. Este proceso se repite hasta el término de un ciclo de construcción.

El tamaño de un incremento vertical puede ser respecto a una o más posiciones absolutas de la plataforma en la cavidad de un módulo de construcción. Por ejemplo, el módulo de construcción puede comprender varios codificadores distribuidos verticalmente dentro o adyacentes a la cavidad. El tamaño de un primer incremento vertical, es definido entonces por la posición absoluta (distancia vertical absoluta) de la plataforma con respecto a un primer codificador. Cuando la plataforma se baja un segundo incremento a una segunda posición vertical objetivo, que es determinada según o definida por la distancia vertical absoluta de la plataforma con respecto a un segundo decodificador. Este tipo de posicionamiento absoluto puede ser ejemplificado de la siguiente manera. Si el incremento objetivo es de 0,50 mm por debajo de la superficie superior de un módulo de construcción, se ordena a la plataforma que caiga 0,50 mm. Si el siguiente incremento objetivo va a ser 0,25 mm adicionales, entonces se ordena a la plataforma que caiga a una profundidad de 0,75 mm por debajo de la superficie superior del módulo de construcción en lugar de ordenarle que caiga 0,25 mm respecto al incremento inicial de 0,5 mm. Este planteamiento es generalmente superior a usar movimientos relativos (0,500, luego 0,250) ya que se resolverán o al menos no se acumularán errores de posicionamiento menores.

La placa de construcción se adapta para encajar dentro de la cavidad superior de un módulo de construcción y para superponerse a una plataforma ajustable en altura dentro de la cavidad. La placa de construcción recibe y soporta un lecho de polvo y/o capa(s) incremental(es) de polvo. En algunas realizaciones, la placa de construcción retirable es plana, porosa, perforada, texturizada, recubierta, moleteada, lisa o una combinación de las mismas. Se puede usar cualquier patrón geométrico regular y/o irregular para la disposición de perforaciones. La forma de la placa de construcción se puede variar según sea necesario. La figura 6 representa placas de construcción (40a-40h) en forma de rectángulo con esquinas redondeadas (40a), octágono (40b), cruz (40c), círculo (40d), hexágono (40e), pentágono (40f), semirectángulo/semicírculo (40g), perfil en forma de bala, rectángulo con un extremo cóncavo y un extremo convexo (40h); sin embargo, se puede usar cualquier otra forma. La porosidad (extensión de perforación) de una placa de construcción se puede adaptar según la necesidad para mejorar el funcionamiento y la fabricación. La placa de construcción (40a) comprende varias perforaciones espaciadas uniformemente. La placa de construcción (40b) comprende una estructura tipo entramado o malla. La placa de construcción (40f) comprende una superficie rugosa con varias perforaciones. La placa de construcción (40g). Una placa de construcción se puede hacer de cualquier material suficientemente duradero como para aguantar impresión tridimensional sobre el mismo. En algunas realizaciones, la placa de construcción se adapta para un solo uso o uso repetido. En algunas realizaciones, la placa de construcción comprende cartón prensado, papelón, cartón, cartulina, metal, caucho, plástico, silicona, teflón (PVDF), metal recubierto, vinilo, nilón, polietileno, polipropileno, termoplástico o una combinación de los mismos.

El sistema opcional de carga de placa de construcción se adapta para recargar placas de construcción sobre los módulos de construcción acoplados con el transportador. En algunas realizaciones, el sistema de carga de placa de construcción se adapta para colocar una o más placas de construcción sobre la plataforma(s) ajustable(s) en altura del uno o más módulos de construcción. El sistema de carga de placa de construcción (9) representado en las figuras 7A y 7B comprende un brazo horizontalmente telescópico (41) acoplado de manera pivotante (43) con un poste verticalmente telescópico (42) y un brazo de carga de bandeja (44). El sistema (9) se acopla a una placa de construcción mediante un agarre que comprende el brazo de carga de bandeja vertical (44). El agarre ejemplar

comprende una placa (46) y un miembro accionable (45) que predispone/prensa una placa de construcción contra la placa agarrando y reteniendo temporalmente de ese modo la bandeja. Se pueden usar otros agarres para acoplar y retener temporalmente la bandeja. En algunas realizaciones, el sistema de carga de placa de construcción es un sistema de transferencia basado en vacío. El sistema de placa de construcción también puede estar ausente, en cuyo caso las placas de construcción se pueden cargar manualmente sobre los módulos de construcción.

El sistema de estratificación de polvo (3) representado en las figuras 8A-8C se monta sobre un soporte (mesa, bastidor, cuerpo, 54) y comprende al menos un cabezal de llenado de polvo (51), al menos un depósito de polvo (50) y al menos un tubo alimentador de polvo (52) impulsado por un impulsor de alimentador de polvo (53) y adaptado para transferir polvo desde el depósito de polvo al cabezal de llenado de polvo. El tubo alimentador de polvo puede comprender un motor de impulsión y vástago tipo tornillo, p. ej. una barrena o vástago con álabes/paletas espirales, tales como se encuentra en un alimentador Schenk. El sistema de estratificación de polvo forma la capa de polvo incremental cuando un módulo de construcción atraviesa la región de dispensación de polvo (55, también se le hace referencia como región de estratificación), por ejemplo en la dirección de la Flecha J (figura 8C).

En algunas realizaciones, un cabezal de llenado de polvo (51) representado en la figura 9 comprende un cuerpo de cabezal de llenado de polvo (60, caja), al menos una tolva de cabezal de llenado de polvo (61) y al menos un dispersor de polvo (64). La tolva recibe material del tubo alimentador de polvo para formar un suministro temporal (63) de polvo, que opcionalmente es agitado por el agitador de cabezal de llenado de polvo (62), que puede ser en cambio una placa de distribución de cabezal de llenado de polvo. En algunas realizaciones, la tolva (61) es sustituida por una rampa de caída (no se muestra, o placa de distribución) que tiene una superficie interior canalizada que distribuye polvo uniformemente cruzando la anchura de la superficie y hacia abajo sobre un módulo de construcción. El polvo sale de la tolva (o rampa de caída que no acumula una cantidad sustancial de polvo) en la dirección de la Flecha K. En algunas realizaciones, el cabezal de llenado de polvo comprende además al menos un controlador de altura de polvo adaptado para controlar la distancia relativa entre el dispersor de polvo (64) y una superficie (tal como la placa de construcción, la superficie superior del módulo de construcción, la plataforma ajustable en altura, o una capa de polvo anterior) por debajo del dispersor de polvo. Una barra de distribución opcional (o placa, no se muestra) se puede colocar entre la salida del cuerpo de cabezal de llenado y el dispersor de polvo (rodillo). La barra de distribución sirve para distribuir mejor el polvo a través de una capa de polvo antes de recibir el contacto del dispersor de polvo, por lo que se forma una capa de polvo incremental (65).

El controlador de altura de polvo puede subir o bajar el dispersor de polvo para aumentar o disminuir el grosor de una capa de polvo colocada sobre la plataforma o una capa de polvo anterior sobre la plataforma. Por ejemplo, si la plataforma se baja un primer incremento y el controlador de altura de polvo se sube el mismo u otro segundo incremento, entonces el grosor de polvo tendido se aproximará a la suma de los incrementos primero y segundo. Si la plataforma se baja un primer incremento y el controlador de altura de polvo se baja un segundo incremento, entonces el grosor de polvo posado se aproximará a la diferencia del primer incremento menos el segundo incremento. Como alternativa, el dispersor de polvo en combinación con el controlador de altura de polvo puede cooperar para comprimir una capa de polvo que ha sido posada previamente. Esto se puede conseguir posando primero una capa de polvo que tiene un primer grosor durante una primera vuelta de construcción, bajando el controlador de altura de polvo y el dispersor de polvo y luego pasando la capa de polvo bajo el dispersor de polvo bajado comprimiendo de ese modo la capa de polvo.

En algunas realizaciones, el dispersor de polvo es un rodillo cilíndrico cuyo eje tiene una dirección radial de movimiento opuesta a la dirección lineal de movimiento de un módulo de construcción a través del sistema de estratificación de polvo. Por ejemplo, la superficie del cilindro (64) tiene una dirección lineal (Flecha M) opuesta a la dirección (Flecha J) de la que un módulo de construcción subyacente (10) pasa bajo el cilindro. En algunas realizaciones, el dispersor de polvo es un rodillo cilíndrico, barra, varilla, placa o canto liso recto. Se pueden usar cabezales de llenado de polvo de otra construcción.

La cantidad o tasa de polvo descargado desde el cabezal de llenado de polvo puede ser regulada con uno o más controles. Un controlador de retroinformación de descarga de polvo puede monitorizar la acumulación de polvo en el dispersor de polvo conforme el polvo está siendo descargado desde el cabezal de llenado de polvo y dispersado para formar una capa de polvo incremental. Si la tasa a la que se libera polvo es demasiado rápida, se acumulará una cantidad excesiva de polvo en el dispersor de polvo posiblemente provocando que disperse el polvo inapropiadamente. El controlador de retroinformación envía entonces una señal provocando de ese modo que disminuya la tasa de descarga de polvo desde el cabezal de llenado de polvo. Por el contrario, si el controlador de retroinformación detecta que la tasa de descarga de polvo es demasiado lenta, envía una señal provocando de ese modo que aumente la tasa de descarga de polvo. El controlador de retroinformación puede emplear uno o más sensores visuales, láser, acústicos o mecánicos o una combinación de los mismos.

Las figuras 2C-2D representan una parte de un sistema transportador modular (segmentado) (21) que comprende varios módulos transportadores (segmentos, enlaces) (22) y medios de acoplamiento correspondientes (23) adaptados para acoplarse a módulos transportadores adyacentes entre sí. La figura 2C es una vista en alzado delantero, y la figura 2D es una vista en planta superior. Un módulo transportador comprende un cuerpo (22a), medios de acoplamiento hembra (22d), medios de acoplamiento macho (22c), y uno o más medios de acoplamiento de módulo de construcción (22b) adaptados para acoplar de manera retirable o permanentemente módulos de construcción. En esta realización

ejemplar, segmentos adyacentes (22) se acoplan de manera pivotante por medio de medios de acoplamiento (23) y un pasador (22e) de manera que los segmentos pueden pivotar alrededor del eje del pasador (22e) en la dirección de la Flecha LX. Aunque los medios de acoplamiento (23) se representan como unión tipo bisagra, se pueden usar otros acoplamientos.

5 El conjunto de equipo (1) comprende opcionalmente uno o más sistemas de recuperación de polvo. El sistema de recuperación de polvo (11) representado en la figura 1 y la figura 2E es opcional y es un sistema basado en vacío que comprende un cuerpo (11a), barra aspiradora (11c), fuente de vacío (11b), y una o más entradas de aire (11d, 11e) adaptadas para retirar polvo de una o más superficies de un módulo de construcción. En algunas realizaciones, el sistema de recuperación de polvo se adapta para retirar polvo suelto de la superficie superior de un módulo de construcción. El sistema de recuperación de polvo (11) puede comprender acoplamiento (11f) por medio del que se acopla de manera retirable o permanentemente a una superficie o soporte. En esta memoria se describen sistemas de recuperación de polvo adicionales.

15 Las figuras 3A-3C representan un sistema de impresión ejemplar (4) adaptado para aplicar líquido a un polvo en la región de impresión de un sistema de impresión. La figura 3A es una vista en planta superior, la figura 3B es una vista en alzado lateral y la figura 3C es una vista en alzado delantero. En algunas realizaciones, el líquido se aplica según un sistema de coordenadas cartesianas en lugar de un sistema de coordenadas polares (sistema radial, sistema de coordenadas cilíndricas, sistema de coordenadas circulares o sistema de coordenadas esféricas). En algunas realizaciones, la invención excluye un sistema de impresión adaptado para aplicar líquido al polvo según un sistema de coordenadas polares. Un sistema de impresión ejemplar comprende al menos un cabezal de impresión (28) que deposita líquido sobre una capa incremental de polvo en un módulo de construcción y al menos un sistema de alimentación de líquido (28b) que conduce líquido desde uno o más depósitos de líquido (28c) hacia el al menos un cabezal de impresión (28). En algunas realizaciones, el sistema de impresión comprende varios cabezales de impresión, varios sistemas de alimentación de líquido, varios depósitos o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el sistema de impresión comprende un único cabezal de impresión, varios sistemas de alimentación de líquido y varios depósitos.

25 El cabezal de impresión de la figura 3B dirige una corriente de gotitas de líquido a una región de impresión (29) a través de la que pasan módulos de construcción. El sistema ejemplar (4) comprende un bastidor o pórtico (pistas 27a, 27b) por medio del que el cabezal de impresión (28) se puede trasladar/mover en la dirección de la Flecha D, que es transversal a la dirección de movimiento de un módulo de construcción durante la impresión. La traslación del cabezal de impresión se puede realizar manualmente o por medio de funcionamiento controlado por ordenador. En algunas realizaciones, el cabezal de impresión está estacionario cuando se aplica líquido sobre una capa incremental de polvo, lo que significa que conforme se está aplicando líquido a una capa de polvo durante una vuelta de impresión, el cabezal de impresión (en particular los módulos de impresión) no se mueven en una dirección que es transversal, con respecto al plano de construcción, a la dirección de movimiento de un módulo de construcción durante la impresión, es decir, durante la aplicación de líquido. Este tipo de medios de impresión es diferente de sistemas anteriores en donde el cabezal de impresión (en particular el módulo(s) de impresión) se mueve adelante y atrás, en una dirección que es transversal a la dirección de movimiento de un módulo de construcción, durante la impresión.

30 Un cabezal de impresión puede comprender uno o más módulos de impresión que depositan el líquido sobre una capa de polvo. El cabezal de impresión (28) de la figura 3C comprende cuatro módulos de impresión que forman correspondientes regiones de impresión (29a-29d). Cuando un cabezal de impresión comprende varios módulos de impresión, la disposición/formación de los módulos de impresión puede ser según sea necesario. El cabezal de impresión (30) de la figura 4 comprende varios módulos de impresión (4) dispuestos en varias columnas, cada columna comprende varios módulos de impresión. Un polvo puede pasar cruzando los módulos de impresión en la dirección de la Flecha E de manera que dirección de impresión es transversal a la forma horizontal del módulo de impresión.

45 Otras disposiciones adecuadas para los módulos de impresión se representan en la figura 5. El cabezal de impresión (34) comprende un único módulo de impresión. El cabezal de impresión (35) comprende cuatro módulos de impresión emparejados en grupos (35a, 35b) de dos desviados entre sí horizontalmente uno de otro. El cabezal de impresión (33) es en cierto modo similar al cabezal (35) excepto que los módulos de impresión (35a, 35b) son más anchos horizontalmente y desviados entre sí en una mayor extensión horizontalmente que los módulos de impresión (33a); además, los módulos de impresión están desviados horizontalmente uno de otro. El cabezal de impresión (32) comprende dos grupos de módulos de impresión desviados entre sí lineal y transversalmente (32a, 32b). Cuando se ven en la dirección de la Flecha E, los cantos adyacentes de los dos grupos se solapan (cada grupo se solapa en la línea discontinua).

55 Al desviar entre sí los módulos de impresión como se representa para el módulo (33), se puede aumentar la resolución de impresión global aparente del cabezal de impresión. Los módulos de impresión se pueden desviar entre sí en disposiciones escalonadas, entrelazadas, contenidas o anguladas respecto al cabezal de impresión a fin de aumentar la densidad/resolución de impresión total. Por ejemplo, si la resolución de impresión de cada módulo de impresión son 75 dpi (gotitas por pulgada), entonces la resolución de impresión total aparente del cabezal de impresión (33) puede ser 75 dpi, 150 dpi, 225 dpi, 300 dpi, 375 dpi, 450 dpi o incluso más altas. Si la resolución de impresión de cada módulo de impresión es 100 dpi, entonces la resolución de impresión total aparente del cabezal de impresión (33) puede ser 100 dpi, 200 dpi, 300 dpi, 400 dpi o incluso más alta. En algunas realizaciones, la resolución de impresión del cabezal

de impresión es igual o mayor que la resolución de impresión de un módulo de impresión comprendido dentro del cabezal de impresión. En algunas realizaciones, la resolución de impresión del cabezal de impresión es un múltiplo de la resolución de impresión de uno o más módulos de impresión comprendidos dentro del cabezal de impresión. En algunas realizaciones, la resolución de impresión del cabezal de impresión es menor que la resolución de impresión de un módulo de impresión comprendido dentro del cabezal de impresión.

La disposición de uno o más módulos de impresión en el cabezal de impresión puede ser modificada según sea necesario para proporcionar el resultado de impresión deseado. La figura 16 representa una estación de impresión parcial que comprende un cabezal de llenado de polvo (176) y un cabezal de impresión (178) por debajo del que está un módulo de construcción (175) que se mueve en la dirección de la Flecha Q a través de una región de dispensación de polvo y una región de impresión, respectivamente. El cabezal de llenado, que se dispone transversal a la dirección de movimiento del módulo de construcción, permanece transversal y longitudinalmente estacionario (con respecto al plano que define la superficie superior del módulo de construcción, aunque se puede mover verticalmente acercándose o alejándose de dicho plano) conforme se coloca una capa incremental de polvo encima y cruzando la anchura de una cavidad del módulo de construcción. El módulo de construcción y la capa incremental de polvo no impreso se mueven en la dirección de la Flecha Q, por lo que pasan a través de la región de impresión debajo del módulo de impresión, que se dispone transversal a la dirección de movimiento del módulo de construcción. El módulo de impresión permanece transversal, longitudinal y verticalmente estacionario con respecto al plano que define la superficie superior del módulo de construcción. El módulo de impresión aplica líquido sobre la capa incremental de polvo según un patrón predeterminado, formando de ese modo una capa impresa incremental (180) que comprende artículo(s) 181. El cabezal de impresión ejemplar comprende un único módulo de impresión (179; representado en línea discontinua) que abarca la anchura de una cavidad del módulo de construcción.

El cabezal de impresión (185) representado en la figura 17A comprende cuatro módulos de impresión (186) dispuestos en desplazamiento tanto transversal como longitudinal (con respecto a la dirección de movimiento del cabezal de impresión). Juntos los cuatro módulos de impresión abarcan la anchura de la cavidad del módulo de construcción. La realización (187) de la figura 17B difiere de la de la figura 17A en que los cuatro módulos de impresión (188) están desplazados únicamente transversalmente pero no desplazados longitudinalmente.

En algunas realizaciones, el uno o más cabezales de impresión están estacionarios cuando se aplica líquido sobre una capa incremental, es decir, cuando se imprime. El uno o más cabezales de impresión pueden, en particular, estar estacionarios transversal y longitudinalmente, con respecto a la dirección lineal del movimiento de un módulo de construcción (y así una capa incremental de polvo), cuando se imprime. Realizaciones particulares incluyen aquellas en donde: a) la impresión se realiza según un algoritmo de coordenadas cartesianas; b) el módulo de construcción se mueve durante la impresión en una dirección lineal que es perpendicular a la disposición del módulo de impresión (y uno o más cabezales de impresión); c) el cabezal de impresión y uno o más módulos de impresión están estacionarios cuando se imprime (cuando se aplica líquido a una capa incremental de polvo) y no se mueven en una dirección que es transversal o longitudinal con respecto a la dirección de movimiento del módulo de construcción; y/o d) la impresión no se realiza solamente según un algoritmo de coordenadas polares.

El conjunto/sistema de impresión tridimensional de la invención emplea sistema de impresión y algoritmos basados en coordenadas cartesianas. A diferencia de otros sistemas que mueven los cabezales de impresión transversal y/o longitudinalmente cuando se imprime, los cabezales de impresión de la invención están sustancialmente estacionarios durante la impresión. El término "transversalmente" se determina en relación a la dirección de movimiento de un módulo de construcción debajo de un cabezal de impresión y significa sustancialmente perpendicular a la dirección en la que un módulo de construcción es conducido a través de un área de impresión. El término "longitudinalmente" se determina en relación a la dirección de movimiento de un módulo de construcción debajo de un cabezal de impresión y significa sustancialmente paralelo a la dirección en la que un módulo de construcción es conducido a través de un área de impresión. La aplicación de líquido por la anchura de la capa de polvo debajo de un cabezal de impresión se consigue empleando uno o más módulos de impresión que individualmente o juntos atraviesan al menos el 75%, 80%, al menos el 85%, al menos el 90%, al menos el 95%, al menos el 97,5% o al menos el 99% de la anchura de la capa de polvo. En el presente caso, la "anchura" de la capa de polvo se determina a lo largo de una dirección transversal a la dirección de movimiento de un módulo de construcción debajo de un cabezal de impresión, y el término "longitud" se determina a lo largo de una dirección paralela a la dirección de movimiento de un módulo de construcción debajo de un cabezal de impresión. En otras palabras, un único cabezal de impresión puede atravesar la anchura o varios cabezales de impresión transversalmente adyacentes entre sí pueden atravesar la anchura de la capa de polvo.

En realizaciones particulares, el cabezal de impresión comprende varios módulos de impresión que individualmente no abarcan pero sí lo hacen juntos la anchura de una capa de polvo incremental y/o de la cavidad de un módulo de construcción. En algunas realizaciones, uno o más módulos de impresión abarcan juntos al menos el 50%, al menos el 55%, al menos el 75%, al menos el 90%, al menos el 95%, al menos el 99% o toda la anchura de la cavidad del módulo de construcción. En realizaciones particulares, el módulo de construcción se mueve en una primera dirección, y el cabezal de impresión está estacionario cuando se está aplicando líquido a la capa de polvo incremental. En realizaciones particulares, la impresión se realiza principal o solamente según un algoritmo de coordenadas cartesianas. Por ejemplo, el algoritmo controla la aplicación de las gotitas del fluido de impresión respecto a la dirección lineal (no radial, recto) del transportador de manera que el cabezal de impresión aplica gotitas en una dirección que es paralela (longitudinal) o es perpendicular (transversal) con respecto a la dirección lineal del movimiento del

transportador. El transportador y módulos de construcción correspondientes únicamente se mueven en una dirección lineal recta debajo del cabezal de impresión y cabezal de construcción.

Una realización alternativa de la invención se representa en la figura 17C, en donde el cabezal de impresión (189a) comprende uno o más o varios módulos de impresión que no abarcan la anchura de una capa de polvo incremental y/o de la cavidad de un módulo de construcción. Este cabezal de impresión está estacionario cuando se imprime (cuando se aplica líquido a una capa incremental de polvo) o se mueve transversalmente, con respecto a la dirección de movimiento del módulo de construcción, mientras se aplica líquido al polvo. Los módulos de impresión de los cabezales de impresión (32, 33, 35, 189a, 189b de las figuras 5 y 17C) se disponen de manera que la chorros en múltiples cabezales de impresión se entrelazan para aumentar la densidad de impresión cruzando el lecho de impresión. Por ejemplo, módulos de impresión individuales que tienen una densidad de impresión nativa de 100 dpi se entrelazan juntos de manera que cuatro de los cabezales de impresión juntos proporcionan una densidad de impresión de 400 dpi.

En algunas realizaciones, agrupaciones de módulos de impresión, tal como se representa en 17D, se disponen de modo que su abarque total cubre únicamente parte de la anchura de una capa de polvo, de manera que para cubrir la anchura completa de la capa de polvo se requieren varios cabezales de impresión (cada uno contiene una agrupación de módulos de impresión con chorros entrelazados). Por ejemplo, se tendrían que disponer tres cabezales de impresión (189b), cada uno tiene una agrupación de módulos de impresión que juntos abarcan únicamente 6,35 cm (2,5"), de una manera desviada entre sí horizontalmente a fin de cubrir la anchura de un lecho de polvo o capa que sea de 12,7 a 19,05 cm (5 a 7,5 pulgadas) de ancho.

El al menos un sistema de impresión puede aplicar líquido según cualquier patrón de impresión predeterminado o aleatoriamente sobre una capa incremental de polvo. El patrón puede ser el mismo de una capa incremental a otra capa incremental o puede ser diferente para una o más capas incrementales de un artículo impreso. Generalmente, dos patrones de impresión adyacentes comprenderán al menos dos partes impresas solapadas de manera que al menos una parte del polvo impreso/unido en una capa incremental impresa se adherirá (unirá) a al menos una parte del polvo impreso/unido de una capa incremental impresa adyacente. De esta manera, varias capas incrementales impresas adyacentes apiladas se adhieren entre sí formando de ese modo un artículo impreso tridimensionalmente que comprende varias capas incrementales impresas adyacentes de polvo unido completa o parcialmente. Aunque un artículo impreso tridimensionalmente puede incluir recortes, salientes, cavidades, orificios y otros rasgos de este tipo, al menos parte de las partes impresas de capas incrementales impresas adyacentes se deben adherir entre sí a fin de formar y rellenar el volumen compuesto del artículo.

El sistema de impresión emplea un algoritmo de impresión basado en coordenadas cartesianas cuando se aplica líquido a una capa de polvo incremental. El sistema incluye un ordenador y software asociado que comprende uno o más trabajos de impresión. Un trabajo de impresión incluye, entre otras cosas, información sobre el grosor de capas incrementales y el patrón predeterminado a imprimir sobre las capas incrementales de un artículo impreso. El trabajo de impresión proporciona instrucciones capa por capa al cabezal de impresión (módulo(s) de impresión) acerca de la creación y colocación de gotitas de líquido sobre la capa de polvo incremental. El trabajo de impresión se basa en la serie de imágenes bidimensionales (rebanadas) que, cuando se apilan, forman juntas una imagen tridimensional predeterminada (objeto).

Sin quedar limitado a un mecanismo particular, se diseña un artículo tridimensional objetivo, tal como con un programa CAD. Una imagen virtual del artículo objetivo se rebana virtualmente en varias imágenes apiladas de rebanada delgada (a la que se le hace referencia en esta memoria como imágenes "bidimensionales"), en donde cada imagen bidimensional es realmente el grosor de una capa de polvo incremental. La suma total de grosores de las rebanadas de imagen es igual a la "altura" total de un artículo objetivo. Cada "imagen" bidimensional es convertida entonces en un subconjunto de instrucciones de impresión, que juntas definen un patrón de impresión predeterminado para esa imagen. Todos los subconjuntos de instrucciones de impresión se unen juntos para formar un conjunto final de instrucciones de impresión que son usados por el ordenador para controlar la impresión. Aparte de grosor de capa incremental, forma bidimensional de los patrones predeterminados, y forma de artículo objetivo, el conjunto final de instrucciones de impresión también incluye la especificación o consideración de la velocidad lineal del módulo de construcción debajo del cabezal de impresión, la tasa de aplicación de líquido a capas de polvo incrementales, longitud y anchura de la capa de polvo incremental, dimensiones de la cavidad de un módulo de construcción, ajuste incremental de altura de la plataforma ajustable en altura del módulo de construcción, tasa de carga de polvo al cabezal de llenado de polvo, tasa de carga de polvo a un módulo de construcción para formar una capa incremental, tasa de transferencia de polvo desde un depósito de alimentación al cabezal de llenado, resolución de la imagen bidimensional a imprimir en cada capa incremental, el número de aplicaciones de líquido a cada capa incremental, aplicación de uno o más líquidos específicos a una o más ubicaciones específicas de la capa incremental, inicio y detención de aplicación de líquido con respecto a cada módulo de construcción, el número de artículos a imprimir, el número de módulos de construcción en el conjunto de equipo, el número de módulos de construcción a imprimir, tasa con la que baja la plataforma del módulo de construcción, temporización para empezar y detener la entrega de polvo respecto al ciclo de construcción entero, velocidad rotacional del dispositivo de nivelación (rodillo) y otros parámetros de este tipo.

Un conjunto de equipo comprende un sistema de control que comprende uno o más controladores. Sin quedar limitado a un mecanismo particular, un interruptor de posición inicial ubicado en un punto fijo del transportador (figura 1)

proporciona un punto de referencia para la ubicación del "primer" módulo de construcción en un grupo de módulos de construcción. Desde aquí, un ordenador puede determinar la ubicación del resto de los módulos de construcción en ese grupo al saber el tamaño del transportador, el espaciamiento de los módulos de construcción y las dimensiones de los módulos de construcción. El sistema de control también puede comprender un sensor de proximidad que especifica la ubicación de uno o más módulos de construcción respecto al transportador. El sistema de control comprende un sincronizador que facilita la sincronización de funcionamiento de los diversos componentes del conjunto de equipo. Al tener en consideración la velocidad de pista (lineal) del transportador y el grosor y anchura objetivo de una capa incremental, un ordenador puede dar instrucciones al sistema de estratificación de polvo para que cargue polvo sobre los módulos de construcción a una cierta tasa de alimentación. Después de parte de una vuelta o después de una o dos vueltas de calibración, la tasa de alimentación de polvo puede ser continua. Una vez se forma una capa de polvo incremental apropiada, puede comenzar la deposición de líquido sobre la capa incremental. Un sensor de proximidad detecta el borde de ataque de un módulo de construcción y entonces envía instrucción al sistema de impresión. Un ordenador que controla el sistema de impresión tiene en consideración un conjunto de instrucciones de impresión (que pueden incluir entre otras cosas la resolución de impresión objetivo (densidad), la imagen(es) (patrón(es)) a imprimir sobre la capa incremental, la tasa objetivo de deposición de líquido, el número de líquidos a depositar, la dimensión del cabezal de impresión y módulos de impresión, velocidad de pista, el conjunto de imágenes (patrones) que se van a imprimir para formar un artículo impreso 3D objetivo, porosidad o densidad objetivo de artículo, u otros parámetros de este tipo) y la señal generada por un codificador de rueda, por ejemplo, para proporcionar un pulso que establece la tasa de impresión a la que consumir los archivos de imagen en la instrucciones de impresión y la resolución a la que imprimir el archivo(s) de imagen. Tras el término de la estratificación e impresión por las instrucciones de impresión, se completa un ciclo de construcción.

Como se describe en la presente memoria, el sistema de polvo puede comprender uno o más controladores de retroinformación que determinan la tasa apropiada de alimentación de polvo a un alimentador de polvo y a los módulos de construcción. De manera semejante, el sistema de impresión puede comprender uno o más controladores de retroinformación que determinan la tasa a la que está siendo aplicado y/o consumido fluido de impresión (líquido) y por lo tanto puede controlar la tasa de aplicación de líquido y también puede recargar el depósito(s) de líquido.

Un sistema de retirada de líquido, tal como un secador, puede comprender uno o más controladores de humedad relativa, controladores de temperatura y controladores de velocidad de transportador. El sistema por lo tanto puede ajustar el tiempo de secado y condiciones para proporcionar artículos impresos que contienen el nivel deseado de humedad.

En algunas realizaciones, uno o más componentes del conjunto de equipo son controlados por ordenador. Un controlador se selecciona independientemente en cada aparición de un controlador computarizado, controlador electrónico, controlador mecánico o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el sistema de control comprende uno o más controladores computarizados, uno o más ordenadores, una o más interfaces de usuario para uno o más ordenadores. En algunas realizaciones, uno o más componentes del sistema de construcción de impresión tridimensional son controlados por ordenador. En algunas realizaciones, el sistema transportador, las plataformas ajustables en altura de los módulos de construcción, el al menos un sistema de estratificación de polvo y el al menos un sistema de impresión son controlados por ordenador. En algunas realizaciones, el conjunto de equipo se adapta para dispersar capas de polvo e imprimir gotitas de líquido en un patrón predeterminado según instrucciones proporcionadas por un controlador computarizado. En algunas realizaciones, el patrón predeterminado se basa en uno o más archivos de imagen bidimensional que comprende píxeles. En algunas realizaciones, los archivos de imagen bidimensional se estructuran de manera que ciertos píxeles indican dispensación de gotitas, y otros píxeles representan no dispensación de gotitas. En algunas realizaciones, los archivos de imagen bidimensional incluyen diferentes colores de píxeles para indicar dispensación de diferentes líquidos, o no dispensación de líquido.

Las figuras 19A-19C, representan un diagrama de flujo para el funcionamiento de una realización ejemplar de la invención. El proceso es iniciado, p. ej. por un operario o componente electrónico tal como un ordenador. Un operario activa y comprueba el estado del sistema y componentes de conjunto, que entonces se sincronizan, momento tras el que el sistema (conjunto) está preparado para funcionar. Se carga fluido de impresión y polvo a sus respectivos sistemas según sea necesario del producto a imprimir tridimensionalmente. Se cargan placas de construcción en los módulos de construcción y se inicia un ciclo de construcción. Se comprueba el nivel de fluido(s) de impresión y polvo(s) y cuando está presente la cantidad requerida, se inicia el funcionamiento del transportador. Pasando a la figura 19B, se aplica la tasa de alimentación de polvo y la velocidad de transporte (velocidad de transportador) para el módulo de construcción y se hace una consulta para determinar si se supone que un módulo de construcción va a recibir polvo. Si es así, se baja la plataforma y se deposita una capa de polvo sobre el módulo de construcción conforme pasa bajo el cabezal de llenado de polvo. Si no, el módulo de construcción no recibe polvo. Entonces se hace una consulta para determinar si se supone que la capa de polvo va a recibir una imagen impresa. Si es así, sobre la capa se imprime un patrón bidimensional conforme el módulo de construcción pasa bajo el cabezal de impresión. Si no, el módulo de construcción no recibe solución de impresión. Se hace una consulta para determinar si se han procesado todos los módulos de construcción montados sobre el transportador, es decir, si la vuelta de construcción se ha completado o si se supone que el módulo de construcción va a recibir otra capa de polvo. Si no, se procesa todo módulo de construcción sin procesar. Si se han procesado todos los módulos de construcción, es decir, la vuelta de construcción está completa, se hace una consulta para determinar si un ciclo de construcción está completo. Si no, se realiza una o más vueltas de construcción adicionales. Si es así, los módulos de construcción se preparan para descargar las

5 placas de construcción como se describe en la figura 19C. Se descargan placas de construcción completadas que soportan lecho de polvo impreso tridimensionalmente y se transfieren a bandejas de secado. Después de que una placa de construcción se ha retirado de un módulo de construcción, en el módulo de construcción vacío se coloca otra bandeja de construcción. Después de que se han descargado todas las placas de construcción, se hace una consulta según la figura 19A para determinar si se van a realizar ciclos de construcción adicionales. Si no, el proceso ha terminado. Si es así, se inicia el siguiente ciclo de proceso de construcción.

10 La figura 20 representa una subrutina ejemplar que detalla cómo se controla el incremento de capa de plataforma capa dentro de una vuelta de construcción y un ciclo de construcción. En este ejemplo, el grosor de capa (incremento) es proporcionado por una definición de producto. Se calcula un grosor acumulado según el número de capas de polvo ya posadas. Se deja caer la plataforma al grosor calculado y se hace una determinación para confirmar que está en la posición correcta dentro de una tolerancia predefinida. Entonces se hace una consulta para determinar si se ha dejado caer la plataforma de todos los módulos de construcción en una vuelta de construcción particular a la posición correcta. Si no, se ajustan las plataformas según sea necesario. Si es así, se hace una consulta para determinar si todas las capas de un ciclo de construcción están completadas. Si es así, se descargan las placas de construcción como se describe en la presente memoria. Si no, se repite el proceso de esta figura para cada una de las capas de construcción según sea necesario hasta que se completa el ciclo de construcción.

20 La figura 21 describe una subrutina ejemplar que detalla el funcionamiento del sistema de impresión. Se inicia un proceso de construcción y se carga la cantidad(es) necesaria(s) de fluido de impresión en el depósito(s). Se identifica un conjunto de archivos de imagen y se comienza el funcionamiento del transportador. Durante el funcionamiento, se monitoriza el nivel de fluido(s) de impresión de modo que se puede recargar según sea necesario. Cuando un módulo de construcción pasa debajo de un cabezal de impresión, se genera una señal de activación motivando una consulta para determinar si el módulo de construcción va recibir una imagen impresa. Si no, se ignora la señal de activación. Si es así, se recibe y procesa un archivo de imagen de impresión de manera que las columnas de píxeles de imagen (píxeles que se alinean a lo largo del eje de movimiento del módulo de construcción) se asignan a chorros específicos del cabezal de impresión. Adicionalmente, se envían filas de píxeles de imagen al cabezal de impresión teniendo en consideración la velocidad lineal del transportador y la densidad de impresión pretendida de la imagen a imprimir. El cabezal de impresión entrega entonces gotitas de fluido de impresión, según las instrucciones de impresión, a la capa de polvo en un módulo de construcción. Entonces se hace una consulta para determinar si se han procesado todos los módulos de construcción. Esta consulta se puede repetir para el nivel de vuelta de construcción y/o ciclo de construcción. Al completarse un ciclo de construcción, el proceso se puede terminar. Si es necesario, el cabezal de impresión puede ser retraído y limpiado.

35 La figura 22 representa un diagrama de flujo de un proceso ejemplar para designar una forma de dosis y determinar el grosor de capa del mismo y archivos de imagen (patrones de impresión bidimensional) para ello. El proceso se puede realizar con o sin un ordenador. Se diseña una forma de dosis que tiene una estructura tridimensional especificada y que comprende una dosis objetivo de fármaco. Se selecciona el grosor objetivo aproximado de capa de polvo y se divide la altura de la forma de dosis por el grosor objetivo de capa de polvo incremental para proporcionar el número de capas de polvo requerido para preparar la forma de dosis. Sobre la base de la capa y su ubicación dentro de la forma de dosis, se asigna a cada capa según sea necesario un patrón bidimensional inicial, es decir, un archivo de imagen, que en última instancia resulta en un conjunto de instrucciones de impresión empleado por el sistema de impresión para crear una correspondiente capa de incremento impresa. El archivo de imagen asignado a cada capa se puede introducir, o se puede recuperar de una biblioteca de imágenes. A fin de determinar si se requieren imágenes archivadas de la biblioteca de imágenes, el sistema consulta si a todas las capas se ha asignado un archivo de imagen según sea necesario. Si es así, se completa la diseño de la forma de dosis y se termina el proceso. Si no, el sistema consulta si en la biblioteca de imágenes existe la imagen requerida para una capa específica. Si es así, se recupera el archivo de imagen de la biblioteca y se asigna a la respectiva capa de polvo. El sistema consulta entonces de nuevo si a todas las capas se ha asignado un archivo de imagen según sea necesario y el bucle de lógica continúa según sea necesario hasta el término del diseño de la forma de dosis. Si el archivo de imagen no está presente en la biblioteca de imágenes, se crea un nuevo archivo de imagen, opcionalmente se almacena en la biblioteca de imágenes, y se asigna a la respectiva capa, y el bucle de lógica continúa según sea necesario hasta el término de la forma de dosis diseño. Se debe entender que una o más capas podrían no requerir en absoluto ningún archivo de imagen, lo que significa que una capa específica no se imprimiría durante preparación de la forma de dosis.

55 El conjunto de equipo de la invención comprende uno o más sistemas de transferencia de lecho adaptados para transferir lechos impresos tridimensionalmente, uno o más cada vez, alejándolos del sistema de construcción de impresión tridimensional. La figura 10A es una vista en planta superior y la figura 10B es una vista en alzado lateral de un sistema ejemplar de transferencia (descarga) de lecho (8) que comprende un bastidor (70), plataforma de recepción (76), plataforma de carga de bandeja (77) y mecanismo de transferencia de lecho (71) acoplado de manera móvil con el bastidor y superponiéndose a una región de transferencia de lecho (75). El mecanismo de transferencia de lecho (71) comprende montajes (71c) adaptados para trasladarse a lo largo de las pistas (72a, 72b) en la dirección de la Flecha N de una manera en vaivén. El mecanismo de transferencia de lecho también comprende un receptáculo (71a) que comprende una cavidad (82) adaptada para recibir y retener temporalmente un lecho impreso tridimensionalmente (83) que tiene una placa de construcción opcional (10). En una realización alternativa, el receptáculo es una placa de empuje o coral en forma de U (71d) que comprende un área de recepción adaptada para recibir y retener temporalmente un lecho impreso tridimensionalmente. El receptáculo (71a) se mueve en vaivén de

manera vertical en la dirección de la Flecha P por medio de un aparato de vaivén (71b) acoplado con el receptáculo (71a) y el cuerpo (71d) del mecanismo de transferencia de lecho (71). Durante el funcionamiento, un transportador conduce y posiciona un módulo de construcción (7a) debajo del receptáculo (71a) y en la región de transferencia de lecho (75) para alinear el lecho impreso tridimensionalmente (83) y la placa de construcción con la cavidad (82). El receptáculo baja entonces en la dirección de la Flecha P una cantidad suficiente para retener sustancialmente todo el lecho impreso tridimensionalmente y la placa de construcción dentro de la cavidad. El mecanismo de transferencia de lecho (71) desliza/traslada entonces el lecho impreso y la placa de construcción en la dirección de la Flecha N sobre la de plataforma de recepción (76) y luego sobre una bandeja de transporte (74). El receptáculo se sube entonces en la dirección de la Flecha P dejando el lecho impreso y la placa de construcción sobre la bandeja de transporte y se traslada nuevamente en la dirección de la Flecha N a la posición original superponiéndose a un módulo de construcción. La bandeja de transporte (74) es conducida entonces en la dirección de la Flecha B.

La figura 10C representa una realización alternativa de un sistema de transferencia de lecho que comprende un desviador (84) y un transportador (86). El desviador dirige módulos de construcción o placas de construcción que comprenden lechos impresos (87) desde el transportador (85) del sistema de construcción sobre un transportador (86) colindante, que transfiere los lechos impresos a un sistema de retirada de líquido u otro aparato de procesamiento aguas abajo (no se muestra). El desviador se puede adaptar para subir y bajar. En una primera posición, no dirige lechos impresos alejándolos del sistema de construcción y en una segunda posición lo hace.

En algunas realizaciones, el sistema de transferencia de lecho se adapta para transferir lechos impresos tridimensionalmente a uno o más sistemas de retirada de líquido, uno o más sistemas de recolección y/o uno o más sistemas de empaquetados. En algunas realizaciones, el sistema de transferencia se integra con el sistema transportador, el sistema de retirada de líquido o ambos.

Un sistema de retirada de líquido se adapta para recibir una o más placas de construcción (que contiene un lecho impreso) y para retirar líquido de una o más capas impresas de polvo sobre las que se ha aplicado el líquido y/o del lecho impreso tridimensionalmente. Un sistema de retirada de líquido puede ser un área de proceso a través de la que se conduce uno o más de los módulos de construcción. Por ejemplo, el sistema de retirada de líquido en la figura 1 puede ser el área de proceso sobre el transportador y excluir la región bajo la región de impresión. Como alternativa, un sistema de retirada de líquido puede ser otra área de proceso no asociada directamente con el sistema de construcción de impresión tridimensional, tal como un área temporal de retención o almacenamiento en donde se colocan lechos impresos tridimensionalmente y secados en condiciones ambientales. En algunas realizaciones, un sistema de retirada de líquido es uno o más secadores.

Las figuras 13A-13B representan sistemas ejemplares de retirada de líquido. La figura 13A es una vista parcial en alzado lateral en sección de un secador (130) adaptado para retirar o reducir la cantidad de líquido en un lecho impreso tridimensionalmente (83) o artículo. El secador comprende un alojamiento (131) dentro del que hay contenidos varios elementos de calentamiento (137), un sistema transportador (138) y una o más lumbreras de escape (132). El alojamiento comprende una entrada (133) y una salida (134) a través de las que lechos impresos tridimensionalmente (o artículos) y sus respectivas placas de construcción son conducidas por medio de transportadores (135, 136, respectivamente). Durante el funcionamiento, los lechos impresos son conducidos a través de la entrada (133) y llevados por el sistema transportador (138) a través de un camino predeterminado conforme se exponen a los elementos de calentamiento (137), que afectan a la evaporación de líquido desde los lechos impresos. Cuando los lechos impresos (o artículos) salen del secador, comprenden menos líquido que el que tenían cuando se introdujeron en el secador. Aunque no se representa en la figura 13A, el secador puede comprender un sistema de vacío adaptado para reducir la presión dentro del secador o sistema de manejo de aire adaptado para aumentar o controlar de otro modo el flujo de aire a través del secador. Aunque el camino de los transportadores se representa como "en forma de S" en la figura 13A, el camino en cambio puede ser cualquier camino deseado, p. ej. en forma de U, en forma de Z, en forma de N, en forma de n, en forma de O, etc.

La figura 13B representa una realización alternativa de un secador (141) adecuado como sistema de retirada de líquido. El secador comprende un alojamiento (142), dentro del que hay contenidos varios elementos de calentamiento (146) y un sistema transportador (145). El alojamiento comprende una entrada (143) y una salida (144) a través de las que se conducen lechos impresos tridimensionalmente y sus respectivas placas de construcción por medio del transportador. En algunas realizaciones, el secador comprende una o más cubiertas (147) para la entrada y/o salida.

En algunas realizaciones, el lecho impreso tridimensionalmente comprende polvo suelto y uno o más artículos impresos tridimensionalmente. Un conjunto de equipo de la invención puede comprender además uno o más sistemas de recolección adaptados para separar polvo suelto del uno o más artículos impresos tridimensionalmente. En algunas realizaciones, el recolector procesa placas de construcción ya procesadas por el sistema de retirada de líquido. En algunas realizaciones, el recolector comprende medios de recogida de polvo suelto y medios de recogida de artículo impreso tridimensionalmente. En algunas realizaciones, el recolector comprende una superficie vibratoria y/u orbital adaptada para recibir el lecho impreso tridimensionalmente. En algunas realizaciones, el recolector comprende uno o más desaglomeradores.

En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende además uno o más despolvoreadores adaptados para retirar polvo suelto de artículos que han sido recolectados. En algunas realizaciones, un despolvoreador comprende

uno o más cepillos de aire.

La combinación ejemplar de recolector y sistema despolvoreador (150) representado en vista en alzado lateral en la figura 14 comprende un bastidor (151), una plataforma de recepción que tiene un dispensador de aire (161), mecanismo de transferencia de lecho (152) acoplado de manera móvil con el bastidor y superpuesto a una región de transferencia de lecho, aspirador (154), desaglomerador (156), despolvoreador (157), recogedor de artículo impreso (158), y recogedor de polvo (159). La también comprende al menos un cepillo de aire (161). El mecanismo de transferencia de lecho (152) comprende montajes adaptados para trasladarse a lo largo de pistas (153) en la dirección de la Flecha N de una manera en vaivén. El mecanismo de transferencia de lecho también comprende un receptáculo (167) que comprende una cavidad (166) adaptada para recibir y retener temporalmente un lecho impreso tridimensionalmente (83) que tiene una placa de construcción opcional (10). El receptáculo (167) se mueve en vaivén de manera vertical por medio del aparato de vaivén acoplado con el receptáculo y el cuerpo del mecanismo de transferencia de lecho (152). Durante el funcionamiento, un transportador (155) conduce y posiciona un lecho impreso (83), placa de construcción (10) y bandeja de transporte (74) debajo del receptáculo (167) y en una región de transferencia de lecho para alinear el lecho impreso tridimensionalmente, la placa de construcción y la bandeja de transporte con la cavidad (166). El receptáculo baja entonces sobre la bandeja de transporte una cantidad suficiente para retener sustancialmente todo el lecho impreso tridimensionalmente dentro de la cavidad. Un aspirador (154) que aspira el lecho impreso (83) por medio de un conducto (165) y una placa perforada en la cavidad y por encima del lecho, retirando de ese modo una mayor parte del polvo suelto contenido dentro del lecho mientras se deja detrás uno o más artículos impresos (160) dentro de la cavidad del receptáculo. El mecanismo de transferencia de lecho (152) desliza/traslada entonces el lecho impreso y la placa de construcción en la dirección de la Flecha N sobre uno o más cepillos de aire (161) adaptados para dirigir un flujo de aire en los artículos impresos en la cavidad para ayudar a liberar polvo suelto adicional del artículo(s) impreso(s). La placa de construcción al vacío (10) y la bandeja de transporte (74) son transportadas alejándolas de la región de transferencia de lecho. Un recogedor de polvo (159) se adapta para recibir polvo suelto y otro material sólido no recogido de otro modo por el aspirador (154). El mecanismo de transferencia de lecho continúa moviéndose en la dirección de la Flecha B hasta que se superpone a un desaglomerador (156). El aspirador es apagado entonces y las partículas impresas caen sobre de la bandeja de proceso del desaglomerador, que se adapta para retirar y recoger aglomerados del artículo(s) impreso(s) para proporcionar artículos impresos desaglomerados (162). El mecanismo de transferencia de lecho (152) retorna entonces a su posición original en preparación de carga y procesamiento de lechos impresos adicionales.

La bandeja de proceso del desaglomerador vibra (y/u orbita) y conduce los artículos impresos en la dirección de la Flecha B hacia el despolvoreador (157) mientras se desaglomeran las partículas impresas. El despolvoreador también comprende una bandeja de proceso vibratoria adaptada para retirar y recoger polvo de los artículos impresos desaglomerados para proporcionar artículos impresos despolvoreados (163). Los artículos impresos acabados (164) son conducidos a un recogedor de artículo impreso (158). El despolvoreador y/o el desaglomerador pueden comprender además recogedor de sólidos para recoger polvo suelto y/o aglomerados.

La figura 18 representa un sistema recolector ejemplar (190) y un sistema despolvoreador (200). El sistema recolector comprende un alojamiento (191), un receptáculo (192), una superficie vibratoria (193) dentro del receptáculo y una salida (194) para el receptáculo. Una placa de construcción perforada por debajo de un lecho impreso seco (polvo suelto y artículo impreso) se coloca sobre la superficie vibratoria. Conforme la superficie vibra, del lecho impreso se desprende polvo suelto. El polvo suelto recuperado cae y es recogido en el receptáculo, tras lo que es descargado desde el receptáculo a través de la salida. El polvo suelto recuperado se recoge en un recipiente (195). La recogida del polvo suelto se puede hacer manualmente, mecánicamente y/o con un sistema de vacío.

El sistema despolvoreador (200) de la figura 18 comprende un alojamiento (201), receptáculo (202), cajón (203), recinto (204), uno o más chorros de aire, p. ej. cuchillas de aire, (205, no representadas) dentro de la entrada de recinto (206, no representada) para el recinto, y una salida (207) para el recinto. Una bandeja de construcción perforada que tiene uno o más artículos impresos que han sido recolectados se coloca en el cajón que posteriormente es empujado adentro del recinto por medio de la entrada, formando de ese modo un área de despolvoreamiento sustancialmente cerrada. Uno o más chorros de aire dirigen aire presurizado hacia el artículo(s) impreso(s), por lo que polvo suelto tanto basto como fino que se ha aferrado sobre el artículo(s) impreso(s) se desprende de los mismos. El polvo suelto cae adentro del receptáculo y es conducido a la salida junto con el flujo de aire liberado por los chorros de aire. El artículo(s) impreso(s) despolvoreado(s) se recupera abriendo el cajón. El polvo suelto recuperado se recoge en un recipiente. La recogida del polvo suelto se puede hacer manualmente, mecánicamente y/o con un sistema de vacío y/o sistema de manejo de aire. El sistema despolvoreador y/o el sistema recolector se pueden colocar dentro de un recinto más grande (208) para minimizar la dispersión de polvo en un área de proceso.

Polvo suelto, aglomerados o particulados recogidos durante el ciclo de construcción, secado, recolección, desaglomeración y/o despolvoreado se pueden disponer o se pueden combinar para formar material en bruto recuperado que puede ser molido (opcionalmente) y reciclado nuevamente a un suministro de alimentación de material en bruto no impreso virgen. Este tipo de sistema de recuperación material en bruto puede comprender uno o más sistemas de vacío, uno o más sistemas de aire presurizado, uno o más sistemas mecánicos sin vacío, uno o más sistemas manuales o una combinación de los mismos para transferir material en bruto desde una ubicación a otra.

Las figuras 12A-12E representan formaciones generalizadas ejemplares para sistemas transportadores y estaciones

de construcción de un sistema de construcción de impresión tridimensional. La figura 12A representa una vista en planta superior de un sistema de construcción de impresión tridimensional (105) en cierto modo similar al representado en la figura 1. El sistema (105) comprende un sistema transportador cíclico e iterativo (110), una primera estación de construcción (111), una segunda estación de construcción opcional (115), y varios módulos de construcción. Los varios módulos de construcción son conducidos a través de la primera estación de construcción, y opcionalmente la segunda estación de construcción si está presente, y luego nuevamente a través de la primera estación de construcción en la dirección de la Flecha A. La estación de construcción (111) comprende un sistema de estratificación de polvo (112) y un sistema de impresión (114).

La figura 12B representa una vista en planta superior de un sistema de construcción de impresión tridimensional (106) que comprende un sistema transportador lineal (118), una primera estación de construcción (111), una segunda estación de construcción (115), y varios módulos de construcción. Los varios módulos de construcción son conducidos desde la posición X1 a través de la primera estación de construcción a la posición X2 y luego a través de la segunda estación de construcción a la posición X3 en la dirección de la Flecha A. Aguas abajo del sistema de construcción (106) se hace procesamiento adicional de los artículos impresos. En algunas realizaciones, el sistema transportador es un sistema transportador lineal que conduce módulos de construcción desde una primera estación de construcción a una segunda estación de construcción y opcionalmente a una tercera u otra estación de construcción de una manera no cíclica o no iterativa.

La figura 12C representa una vista en planta superior de un sistema de construcción de impresión tridimensional lineal e iterativo (107) que comprende un sistema transportador lineal (119), una primera estación de construcción (111), una segunda estación de construcción opcional (115), y varios módulos de construcción. Los varios módulos de construcción son conducidos desde la posición X1 a través de la primera estación de construcción a la posición X2 y luego a través de la segunda estación de construcción, si está presente, a la posición X3 y luego, en dirección inversa en la dirección de la Flecha AR, nuevamente a través de la segunda estación de construcción, si está presente, y la primera estación de construcción. Se puede incluir una tercera u otras estaciones de construcción más, y, si están presentes, los módulos de construcción con conducidos a través de ellas.

La figura 12D representa una vista en planta superior de un sistema de construcción de impresión tridimensional lineal e iterativo (108) que comprende varias estaciones de construcción (111, 115, 126, 127), varios módulos de construcción, y medios de transferencia de módulo de construcción (124, 125). Módulos de construcción al vacío sobre un transportador (120) son transportados desde la posición Z1 a la posición X1. El transportador (121) conduce entonces módulos de construcción consecutivamente desde las posiciones X1 a X2 a X3 y a través de las estaciones de construcción (111, 115). Los medios de transferencia de módulo de construcción (124) transfieren entonces módulos de construcción en la dirección de la Flecha AZ desde la posición X3 a la posición X4. Un segundo transportador conduce entonces módulos de construcción consecutivamente desde las posiciones X4 a X5 a X6 y a través de las estaciones de construcción (126, 127, respectivamente). Los medios de transferencia de módulo de construcción (125) transfieren entonces módulos de construcción en la dirección de la Flecha AY desde la posición X6 a la posición X1. Este tipo de vuelta de construcción se repite tantas veces como sea necesario hasta que se forma el artículo impreso deseado y se descarga desde el sistema de construcción de impresión (108) por medio del transportador (122).

La figura 12E representa una vista de alzado lateral de un sistema de construcción de impresión tridimensional (109) en cierto modo similar al de la figura 12D. En esta realización, sin embargo, los transportadores (128, 129) se disponen verticalmente uno encima de otro en lugar de uno al lado de otro. Además, el sistema transportador inferior (129) no tiene una estación de construcción específicamente asociada con él.

Como se ha señalado anteriormente, se tarda varias vueltas de construcción en construir un artículo impreso tridimensionalmente a partir de un lecho de polvo. La figura 11A representa una vista en sección transversal parcial de un módulo de construcción (90) que comprende un cuerpo (91) que tiene una superficie superior (91a) y una plataforma ajustable en altura (92) que tiene una superficie superior (92a). Las flechas huecas indican etapas de proceso, mientras que las flechas negras rellenas indican dirección de movimiento de la plataforma en la figura. El módulo de construcción (90) se representa en la posición de inicio en la Fase 0. En las etapas de proceso A1 y A2, la plataforma se baja formando de ese modo una cavidad (93) definida por la superficie interior (91b) del módulo de construcción y la superficie superior de la plataforma. Entonces se coloca una placa de construcción (10) sobre la parte superior de la plataforma como se representa en la Fase I. En la etapa de proceso B1, se coloca una capa de polvo (94) en la cavidad y sobre la placa de construcción de manera que la posición de superficie superior (94a) de la capa coincide sustancialmente (o está a la misma altura) con la posición de la superficie superior (91a) del módulo de construcción como se representa en la Fase II. En la etapa de proceso C1, la plataforma se baja de nuevo un incremento formando de ese modo una nueva cavidad (95) por encima de la superficie de la capa de polvo (94) como se representa en la Fase III. En las etapas de proceso D1 y D2, se coloca otra capa de polvo en la cavidad y luego se imprime para formar una o más secciones de polvo unido como se representa en la Fase IV. En la etapa de proceso E1, la plataforma se baja de nuevo y se forma otra cavidad por encima de la capa de polvo anterior como se representa en la Fase V. En las etapas de proceso F1 y F2, se coloca otra capa de polvo en la cavidad y luego se imprime para formar una o más secciones de polvo unido como se representa en la Fase VI. El patrón de impresión usado en la etapa de proceso D2 es similar al patrón de impresión usado en la etapa de proceso F2. En la etapa de proceso G1, la plataforma se baja de nuevo como se representa en la Fase VII. En la etapa de proceso H1, se coloca una capa de polvo en la cavidad recién formada sobre la capa de polvo anterior como se representa en la Fase VIII completando

de ese modo la formación de un lecho impreso que comprende polvo suelto (97) y varios artículos impresos (96). En la etapa de proceso J1, el receptáculo (71a) de unos medios de transferencia de lecho se coloca por encima del lecho impreso de manera que la cavidad del receptáculo se superpone y se alinea con el lecho impreso como se representa en la Fase IX. En la etapa de proceso K1, la plataforma se sube de manera que la placa de construcción y lecho impreso se dispone dentro de la cavidad como se representa en la Fase X. En la etapa de proceso L1, el receptáculo se traslada/desliza en la dirección de la Flecha N descargando de ese modo la bandeja de construcción devolviéndola a la Fase 0.

El patrón de impresión usado para ciclos de impresión individuales puede variar según sea necesario y no es necesario que sea igual para cada vuelta de construcción. La figura 11B representa el módulo de construcción de la figura 11A. Las etapas de proceso A1, A2, B1 y C1 en la figura 11B son similares a las etapas en la figura 11A; sin embargo, el proceso de la figura 11B incluye la etapa de proceso B2 por lo que la primera capa de polvo se imprime para formar una capa que comprende polvo suelto (100) y polvo unido (101). En la etapa de proceso D1, se coloca una capa de polvo dentro de la cavidad, y en la etapa de proceso D3, la capa se imprime usando un patrón de impresión que es diferente del patrón de impresión usado en la etapa de proceso B2 de manera que la sección transversal del polvo unido (102) en la Fase IV de la figura 11B es diferente de la sección transversal del polvo unido en la Fase IV de la figura 11A. El patrón de la etapa D3, sin embargo, se solapa con el patrón de la etapa B2 suficientemente de modo que las capas impresas resultantes se adhieren entre sí. La plataforma se baja de nuevo según la etapa de proceso E1. Entonces se pone una capa de polvo en la cavidad en la etapa de proceso F1 y se imprime en la etapa de proceso F3. De nuevo, el patrón de impresión usado en la etapa de proceso F3 es diferente del patrón de impresión usado en las etapas de proceso D3 y B2, de manera que la sección transversal del polvo unido (103) en la fase VI comprende tres patrones diferentes, dichos patrones son diferentes de los representados en la fase VI de la figura 11A. El patrón de la etapa F3, sin embargo, se solapa con el patrón de la etapa D3 suficientemente de modo que las capas impresas resultantes se adhieren entre sí. La plataforma se baja de nuevo según la etapa de proceso G1 como se representa en la fase VII. En la etapa de proceso H1, se coloca una capa de polvo dentro de la cavidad, y en la etapa de proceso H2, se imprime la capa usando un patrón de impresión que es diferente de cualquiera de los patrones de impresión anteriores usados de manera que la sección transversal del polvo unido (104) en el lecho impreso en la fase VIII comprende seis patrones diferentes, dichos patrones son diferentes de los representados en la fase VIII de la figura 11A. El patrón de la etapa H2, sin embargo, se solapa con el patrón de la etapa F3 suficientemente de modo que las capas impresas resultantes se adhieren entre sí. En la etapa de proceso J1, una placa perforada se coloca por encima del lecho impreso y un receptáculo de unos medios de transporte de lecho se coloca por encima de la placa como se representa en la Fase X. En la etapa de proceso K1, la placa perforada, lecho impreso y placa de construcción se suben adentro de la cavidad del receptáculo. En la etapa de proceso L1, el receptáculo se traslada alejándose en la dirección de la Flecha N dejando detrás el módulo de construcción en su fase inicial 0.

Al completarse el ciclo de impresión ejemplar, el lecho impreso tridimensionalmente se puede procesar aún más como se describe en la presente memoria.

Sistemas transportadores útiles para conducir artículos sólidos desde una ubicación a otra durante la fabricación incluyen, a modo de ejemplo, un transportador modular, transportador no modular, transportador continuo, transportador contiguo, cinta transportadora, leva, transportador de palé o transportador de eslabón. Se pueden usar combinaciones de los mismos.

La figura 15 representa una vista de alzado lateral de un sistema ejemplar de empaquetado (170) adaptado para empaquetar uno o más artículos impresos tridimensionalmente (164). El sistema comprende una tolva (171) que proporciona artículos impresos tridimensionalmente que se colocan sobre un transportador (173). Los artículos son conducidos a través de un módulo de empaquetado (172) que coloca uno o más artículos en un paquete (174). Sistemas de empaquetado adecuados pueden emplear botellas, paquetes de ampollas, tubos, cajas y otros recipientes de este tipo.

Los diversos componentes y sistemas del conjunto de equipo comprenderán piezas hechas de materiales duraderos tales como metal, plástico, caucho o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, componentes del conjunto de equipo comprenden 304 o 316 acero inoxidable donde sea posible.

El polvo puede comprender uno o más materiales adecuados para uso farmacéutico o no farmacéutico. En algunas realizaciones, el polvo comprende uno o más excipientes farmacéuticos, uno o más agentes farmacéuticamente activos, o una combinación de los mismos. En algunas realizaciones, el artículo impreso tridimensionalmente es una forma de dosis farmacéutica, dispositivo médico, implante médico, u otro artículo como se describe.

Tipos ejemplares de excipientes farmacéuticos que se pueden incluir en un artículo impreso tridimensionalmente incluyen, a modo de ejemplo y sin limitación, agente quelante, preservativo, adsorbente, agente acidificante, agente alcalinizante, agente antiespumante, agente tampón, colorante, electrolito, saborizante, agente pulidor, sal, estabilizador, agente edulcorante, modificador de tonicidad, antiadherente, aglutinante, diluyente, excipiente de compresión directa, desintegrante, deslizante, lubricante, opacificador, agente de pulido, plastificante, otro excipiente farmacéutico, o una combinación de los mismos.

Tipos ejemplares de excipientes no farmacéuticos que se pueden incluir en un artículo impreso tridimensionalmente

incluyen, a modo de ejemplo y sin limitación, ceniza, arcilla, cerámica, metal, polímero, material biológico, plástico, material inorgánico, sal, otros materiales o una combinación de los mismos.

5 En algunas realizaciones, el polvo comprende uno o más, dos o más, tres o más, cuatro o más, cinco o más, seis o más, siete o más, ocho o más, nueve o más, diez o más o varios componentes, cada componente se selecciona independientemente en cada aparición. En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende uno o más, dos o más, tres o más, cuatro o más, cinco o más, seis o más, siete o más, ocho o más, nueve o más, diez o más o varios depósitos de polvo(o componente sólido).

10 Agentes farmacéuticamente activos generalmente incluyen sustancias fisiológicamente o farmacológicamente activas que producen un efecto sistémico o localizado o efectos en animales, celdas, no humanos y humanos. Cuando hay presente un agente activo, se puede usar cualquier agente de ese tipo. Clases ejemplares de agentes activos incluyen, a modo de ejemplo y sin limitación, pesticidas, herbicidas, insecticidas, antioxidantes, instigadores de crecimiento de plantas, agentes de esterilización, catalizadores, reactivos químicos, productos alimenticios, nutrientes, cosméticos, vitaminas, inhibidores de esterilidad, instigadores de fertilidad, microorganismos, agentes saborizantes, edulcorantes, agentes limpiadores y otros compuestos de este tipo para aplicaciones farmacéuticas, veterinarias, hortícolas, domésticas, alimentarias, culinarias, agrícolas, cosméticas industriales, de limpieza, pasteleras y saborizantes.

15 Siempre que se menciona y a menos que se especifique de otro modo, el término "agente activo" incluye todas formas del agente activo que incluye forma neutra, iónica, salina, básica, ácida, natural, sintética, diastereomérica, isomérica, enantiomericamente pura, racémica, hidrato, quelato, derivada, analógica, ópticamente activa, ópticamente enriquecida, base libre, ácido libre, regioisomérica, amorfa, anhidra y/o cristalina.

20 Una forma de dosis impresa tridimensionalmente puede comprender uno, dos o más agentes activos diferentes. Se pueden proporcionar combinaciones particulares de agentes activos. Algunas combinaciones de agentes activos incluyen: 1) un primer fármaco de una primera clase terapéutica y un segundo fármaco diferente de la misma clase terapéutica; 2) un primer fármaco de una primera clase terapéutica y un segundo fármaco diferente de un clase terapéutica diferente; 3) un primer fármaco que tiene un primer tipo de actividad biológica y un segundo fármaco diferente que tiene aproximadamente la misma actividad biológica; 4) un primer fármaco que tiene un primer tipo de actividad biológica y un segundo fármaco diferente que tiene un segundo tipo diferente de actividad biológica. En esta memoria se describen combinaciones ejemplares de agentes activos.

30 El agente activo se puede seleccionar independientemente en cada aparición de agentes activos tal como un agente antibiótico, agente antihistamínico, descongestionante, agente antiinflamatorio, agente antiparasitario, agente antivírico, anestésico local, agente antifúngico, agente amebicida, agente trichomonocida, agente analgésico, agente antiartrítico, agente antiasmático, agente anticoagulante, agente anticonvulsivo, agente antidepresivo, agente antidiabético, agente antineoplástico, agente anticótico, agente neuroléptico, agente antihipertensivo, agente hipnótico, agente sedativo, agente energizante ansiolítico, agente antiparkinson, agente relajante muscular, agente antimalaria, agente hormonal, agente contraceptivo, agente simpatomimético, agente hipoglicémico, agente antilipémico, agente oftálmico, agente electrolítico, agente diagnóstico, agente procinético, agente de inhibidor de secreción ácido gástrico, agente antiúlceras, agente antiflatulencias, agente antiincontinencia, cardiovascular agente o una combinación de los mismos. Una descripción de estas y otras clases de fármacos útiles y un listado de especies dentro de cada clase se puede encontrar en The Extra Pharmacopoeia, de Martindale, 31.^a Ed. (The Pharmaceutical Press, Londres 1996).

40 Las listas mencionadas anteriormente no se deben considerar exhaustivas y meramente son ejemplares de las muchas realizaciones consideradas dentro del alcance de la invención. En el polvo de la invención se pueden incluir otros muchos agentes activos.

45 El líquido aplicado al polvo puede ser una solución o suspensión. El líquido puede comprender un portador acuoso, portador no acuoso, portador orgánico o una combinación de los mismos. El portador acuoso puede ser agua o un atenuador acuoso. El portador no acuoso puede ser un solvente orgánico, polímero de peso molecular bajo, aceite, silicona, otro material adecuado, alcohol, etanol, metanol, propanol, isopropanol, poli(glicol de etileno), glicol, otros materiales de este tipo o una combinación de los mismos.

50 En algunas realizaciones, el conjunto de equipo comprende uno o más, dos o más, tres o más, cuatro o más o varios depósitos de líquido. El líquido puede ser coloreado o no coloreado. El líquido puede comprender pigmento, pintura, tinte, tintura, tinta o una combinación de los mismos.

El líquido puede comprender uno o más solutos disueltos en el mismo. El polvo y/o líquido puede comprender uno o más aglutinantes.

Las realizaciones ejemplares en esta memoria no se deben considerar exhaustivas, sino meramente ilustrativas de únicamente unas pocas de las muchas realizaciones contempladas por la presente invención.

55 Como se emplea en esta memoria, el término "aproximadamente" se toma para que signifique un valor que está dentro del $\pm 10\%$, $\pm 5\%$ o $\pm 1\%$ del valor indicado.

Las descripciones enteras de todos los documentos citados en esta memoria se incorporan por la presente por referencia en su totalidad.

Ejemplo 1

5 Los siguientes materiales y procedimiento se usan para preparar formas de dosis tridimensionalmente impresas que se disuelven rápidamente en saliva.

10 En el depósito de polvo se carga un polvo que comprende al menos un portador farmacéutico. En el depósito de fluido se carga un fluido que comprende un líquido y al menos un ingrediente activo. El conjunto de equipo se pone en funcionamiento, por lo que se forman secuencialmente varias capas incrementales apiladas de polvo impreso en módulos de construcción pasando repetidamente los módulos de construcción a través de una o más estaciones de construcción. Típicamente se forman y adhieren entre sí de cuatro a cincuenta capas impresas incrementales de polvo, formando de ese modo un lecho impreso que tiene uno o más artículos rodeados por polvo suelto o incrustados en este. Los lechos impresos se secan en un secador. Los artículos impresos se separan del polvo suelto con un recolector. Los artículos impresos opcionalmente se despolvorean con un despolvoreador. Los artículos impresos opcionalmente se empaquetan luego.

15

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de equipo de impresión tridimensional (1) que comprende:

un sistema de construcción de impresión tridimensional que comprende:

un sistema transportador (2, 21, 85, 86, 110, 118, 119, 120, 121, 122, 128, 129, 135, 136, 138, 145, 155, 173) que en uso conduce varios módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) a lo largo de un camino tortuoso;

varios módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) acoplados con el sistema transportador (2, 21, 85, 86, 110, 118, 119, 120, 121, 122, 128, 129, 135, 136, 138, 145, 155, 173), en donde los módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) pueden recibir y retener temporalmente polvo (94, 97, 100, 101, 102, 103, 104) de un sistema de estratificación de polvo (3, 112), y en donde un módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) comprende una plataforma ajustable en altura incrementalmente (7b, 17, 92), una placa de construcción retirable (10, 18, 40a-40h) dispuesta por encima de la plataforma (7b, 17, 92), y una o más paredes laterales que definen una cavidad (16b, 93, 95, 166) dentro de la que se dispone la plataforma (7b, 17, 92) y la placa de construcción (10, 18, 40a-40h); y

al menos una estación de construcción (111, 115, 126, 127) que comprende: al menos un sistema de estratificación de polvo (3, 112) que forma capas de polvo incrementales (65, 94) dentro de los módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175); y

al sistema transportador (2, 21, 85, 86, 110, 118, 119, 120, 121, 122, 128, 129, 135, 136, 138, 145, 155, 173) puede transportar repetidamente los módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) desde el al menos un sistema de estratificación de polvo (3, 112) a al menos un sistema de impresión (4, 114) para formar un lecho impreso tridimensionalmente (83) que comprende uno o más artículos impresos tridimensionalmente en los módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175), caracterizado por que la al menos una estación de construcción (111, 115, 126, 127) comprende además al menos un sistema de impresión (4, 114) que puede aplicar un líquido según un patrón predeterminado a capas de polvo incrementales (65, 94) dentro de los módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175); y que comprende al menos un sistema de alimentación de líquido (28b) y al menos un cabezal de impresión (28, 30, 32, 33, 34, 35, 178, 185, 189a) puede depositar líquido según un patrón predeterminado sobre capas de polvo incrementales (65, 94) en un módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175); y

el conjunto de equipo de impresión tridimensional (1) comprende además: un sistema de retirada de líquido en donde lechos (83, 87) en uso son trasferidos alejándolos del sistema de impresión (4, 114) al sistema de retirada de líquido.

2. El conjunto de la reivindicación 1 en donde:

a) el sistema transportador (2, 21, 85, 86, 110, 118, 119, 120, 121, 122, 128, 129, 135, 136, 138, 145, 155, 173) comprende además un controlador de posicionamiento y varios acoplamientos de módulo de construcción (23);

la al menos una estación de construcción (111, 115, 126, 127) comprende: el al menos un sistema de estratificación de polvo (3, 112) que puede formar capas de polvo incrementales (65, 94) dentro de la cavidad (16b, 93, 95, 166) de los módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) y comprende además al menos un cabezal de llenado de polvo (51, 176), al menos un dispersor de polvo (64) y al menos un depósito de polvo (50); y

por lo que el sistema de construcción de impresión tridimensional puede formar un lecho impreso tridimensionalmente (83) que comprende uno o más artículos impresos tridimensionalmente, y opcionalmente polvo suelto (97, 100) que no se ha impreso;

al menos un sistema de recolección que puede separar polvo suelto (97, 100) de uno o más artículos impresos tridimensionalmente en un lecho impreso tridimensionalmente (83); y el al menos un sistema de retirada de líquido puede retirar líquido de una o más capas de polvo incrementales (65, 94) sobre las que se ha aplicado el líquido y/o del lecho impreso tridimensionalmente (83), en donde el sistema de retirada de líquido en uso procesa dos o más módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) de uno en uno.

3. El conjunto de la reivindicación 1 o 2, en donde el conjunto de equipo comprende además al menos un sistema de empaquetado (170) que en uso empaqueta uno o más artículos impresos tridimensionalmente; la impresión se hace usando impresión basada en coordenadas cartesianas y no una impresión de coordenadas radiales o polares; el conjunto de equipo comprende además un sistema de recuperación de polvo (11) para recuperar, y opcionalmente reciclar, polvo no impreso (94, 97, 100, 101, 102, 103, 104); el conjunto de equipo comprende además un detector de líquido; y/o el conjunto de equipo comprende además al menos un sistema de inspección.

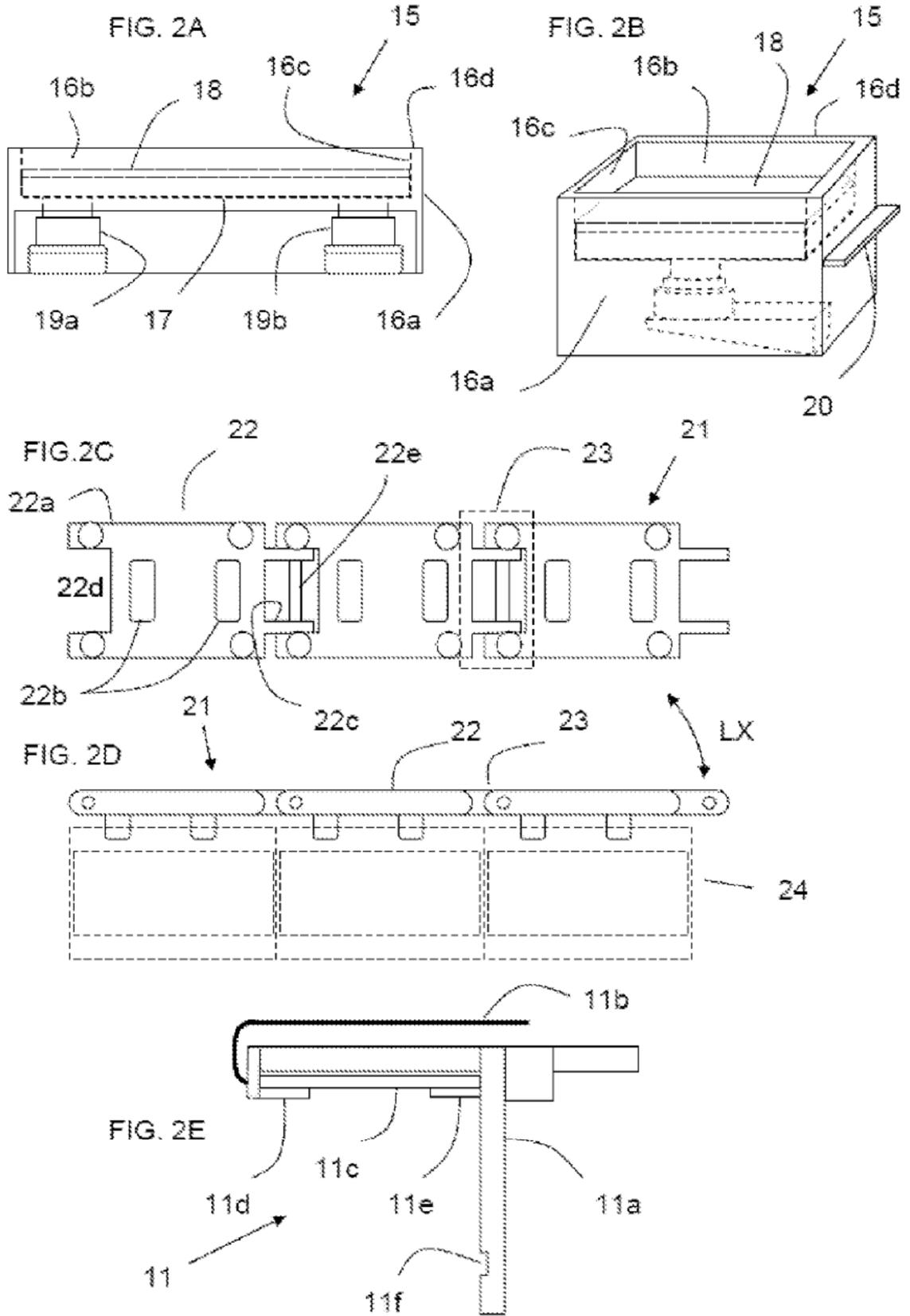
4. El conjunto de la reivindicación 1 o 2 que comprende además un sistema de trasferencia de lecho (8) que en uso trasfiere las placas de construcción (10, 18, 40a-40h) y lechos impresos tridimensionalmente (83), uno o más cada vez, alejándolos del sistema de construcción de impresión tridimensional, en donde los lechos impresos (83) están con o sin sus correspondientes módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175).

5. El conjunto de la reivindicación 1 o 2 en el que el al menos un sistema de retirada de líquido en uso recibe uno o más lechos impresos tridimensionalmente (83).

6. El conjunto de la reivindicación 1 o 2 que comprende además un sistema despolvoreador que en uso retira partículas sueltas de artículos impresos que han sido recolectadas de un lecho de polvo impreso.
7. El conjunto de la reivindicación 1 o 2 que comprende además un sistema de carga de placa de construcción (9) que en uso coloca una o más placas de construcción (10, 18, 40a-40h) sobre la plataforma(s) ajustable(s) en altura (7b, 17, 92) del uno o más módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175).
8. El conjunto de la reivindicación 1 o 2 que comprende además uno o más sistemas de recuperación de polvo (11) que en uso recoge polvo (94, 97, 100, 101, 102, 103, 104) del uno o más sistemas del conjunto de equipo y lo devuelve a un depósito de polvo (50).
9. El conjunto de la reivindicación 1 o 2 que comprende además un sistema de control que comprende uno o más controladores computarizados, uno o más ordenadores y una o más interfaces de usuario para uno o más ordenadores.
10. El conjunto de la reivindicación 1 o 2 que comprende además: una o más superficies de trabajo; una o más mesas, uno o más pórticos; uno o más recintos (204, 208); y/o una o más plataformas.
11. El conjunto de la reivindicación 1 o 2, en donde: la plataforma ajustable en altura incrementalmente (7b, 17, 92) del módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) en uso recibe y temporalmente retiene al menos una capa incremental (65, 94) o varias capas incrementales apiladas (65, 94) del polvo (94, 97, 100, 101, 102, 103, 104); un módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) comprende un cuerpo (16a) que comprende una superficie superior (16d, 91a) con una cavidad (16b, 93, 95, 166), la plataforma de construcción ajustable en altura (7b, 17, 92) dispuesta dentro de la cavidad (16b, 93, 95, 166), ajustador de altura (19a, 19b) acoplado con el cuerpo (16a) y la plataforma (7b, 17, 92), y mecanismo de acoplamiento; c) el módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) comprende una o más paredes laterales que rodean la placa de construcción (10, 18, 40a-40h) y retiene polvo (94, 97, 100, 101, 102, 103, 104) sobre la plataforma ajustable en altura (7b, 17, 92); y/o el módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) se acopla de manera retirable con el sistema transportador (2, 21, 85, 86, 110, 118, 119, 120, 121, 122, 128, 129, 135, 136, 138, 145, 155, 173).
12. El conjunto de la reivindicación 1 o 2, en donde: el sistema transportador (2, 21, 85, 86, 110, 118, 119, 120, 121, 122, 128, 129, 135, 136, 138, 145, 155, 173) en uso conduce los varios módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) a lo largo de un camino tortuoso plano, un camino tortuoso horizontal, un camino tortuoso vertical, o una combinación de los mismos; y/o el sistema transportador (2, 21, 85, 86, 110, 118, 119, 120, 121, 122, 128, 129, 135, 136, 138, 145, 155, 173) transporta varios módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) a lo largo de un camino en sentido antihorario o sentido horario.
13. El conjunto de la reivindicación 1 o 2, en donde: el sistema transportador (2, 21, 85, 86, 110, 118, 119, 120, 121, 122, 128, 129, 135, 136, 138, 145, 155, 173) comprende varios módulos transportadores (2a), al menos un motor de impulsión, al menos un controlador de posicionamiento, y un camino a lo largo del que en uso se conducen varios módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175); el sistema transportador (2, 21, 85, 86, 110, 118, 119, 120, 121, 122, 128, 129, 135, 136, 138, 145, 155, 173) comprende varios accesorios que en uso retienen de manera retirable los varios módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175); y/o el sistema transportador (2, 21, 85, 86, 110, 118, 119, 120, 121, 122, 128, 129, 135, 136, 138, 145, 155, 173) comprende además uno o más controladores de posicionamiento.
14. El conjunto de la reivindicación 1 o 2, en donde: la al menos una estación de construcción (111, 115, 126, 127) es ajustable en altura incrementalmente con respecto a los módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175), por lo que el espacio vertical entre el módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) y la estación de construcción (111, 115, 126, 127) se puede ajustar en uno o más incrementos; y/o la estación de construcción (111, 115, 126, 127) se fija verticalmente con respecto a los módulos de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) y una plataforma de construcción (7b, 17, 92) dentro de un módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) es ajustable en altura verticalmente con respecto al módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) de modo que la distancia vertical entre la estación de construcción (111, 115, 126, 127) y el módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175) permanece igual durante una vuelta de impresión o ciclo de impresión.
15. El conjunto de la reivindicación 1 o 2, en donde: el al menos un sistema de estratificación de polvo (3, 112) comprende al menos un cabezal de llenado de polvo (51, 176); o un sistema de estratificación de polvo (3, 112) comprende al menos un cabezal de llenado de polvo (51, 176), al menos un depósito de polvo (50) y al menos un tubo alimentador de polvo (52) que en uso trasfiere polvo (94, 97, 100, 101, 102, 103, 104) desde el depósito de polvo (50) al cabezal de llenado de polvo (51, 176).
16. El conjunto de la reivindicación 1 o 2, en donde: el al menos un sistema de impresión (4, 114) deposita líquido en el polvo (94, 97, 100, 101, 102, 103, 104) según un algoritmo de coordenadas cartesianas en lugar de un algoritmo de coordenadas polares, radiales, sistema de coordenadas cilíndricas, sistema de coordenadas circulares, o sistema de coordenadas esféricas; el al menos un sistema de impresión (4, 114) comprende al menos un cabezal de impresión (28, 30, 32, 33, 34, 35, 178, 185, 189a) que deposita líquido sobre una capa incremental (65, 94) de polvo en una estación de construcción (111, 115, 126, 127) y al menos un sistema de alimentación de líquido (28b); y/o el al menos

un sistema de impresión (4, 114) en uso aplica, es decir, deposita, líquido como patrón tridimensional de gotitas o como varios patrones bidimensionales de gotitas que definen uno o más artículos.

17. El conjunto de la reivindicación 1, que comprende además uno o más sistemas de recolección que en uso separan polvo suelto (97, 100) del uno o más artículos impresos tridimensionalmente.
- 5 18. El conjunto de la reivindicación 1 o 2 que excluye un sistema de impresión (4, 114) que en uso aplica líquido al polvo (94, 97, 100, 101, 102, 103, 104) solamente según un algoritmo de coordenadas polares o radiales.
19. El conjunto de equipo de la reivindicación 1 o 2, en donde el conjunto de equipo excluye un conjunto de equipo en donde líquido en uso se aplica al polvo (94, 97, 100, 101, 102, 103, 104) según un sistema de coordenadas polares.
- 10 20. El conjunto de equipo de la reivindicación 1 o 2, en donde el conjunto de equipo excluye un conjunto de equipo en donde el cabezal de impresión (28, 30, 32, 33, 34, 35, 178, 185, 189a) en uso se mueve lateralmente o transversalmente o no es estacionario, con respecto a un módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175), mientras se aplica líquido a una capa de polvo incremental (65, 94).
- 15 21. El conjunto de equipo de la reivindicación 1 o 2, en donde el conjunto de equipo excluye un conjunto de equipo en donde el cabezal de llenado de polvo (51, 176) en uso se mueve lateralmente o transversalmente o no es estacionario, con respecto a un módulo de construcción (6, 6a-6L, 7a, 10, 15, 90, 175), mientras se deposita una capa de polvo incremental (65, 94).



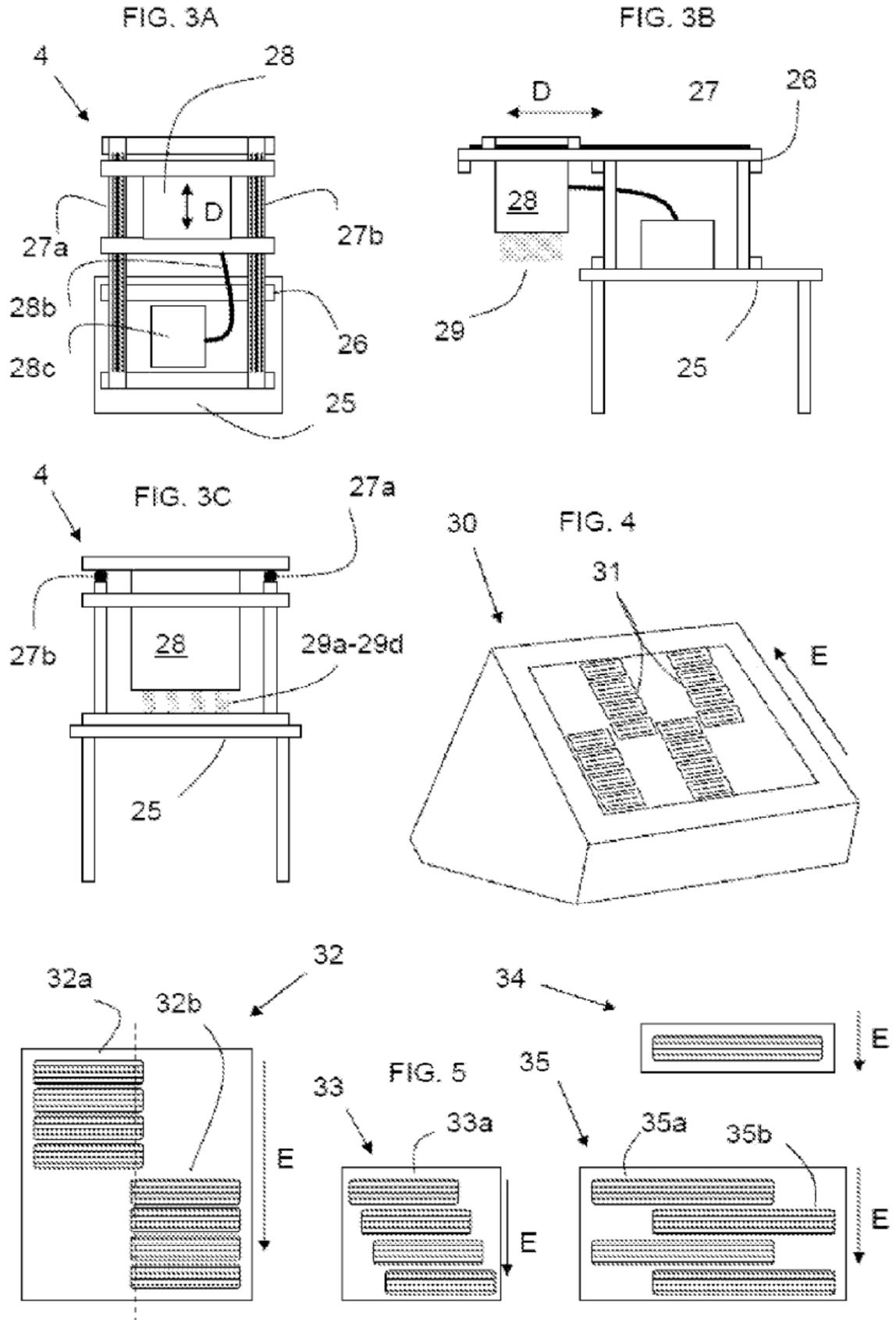


FIG. 6

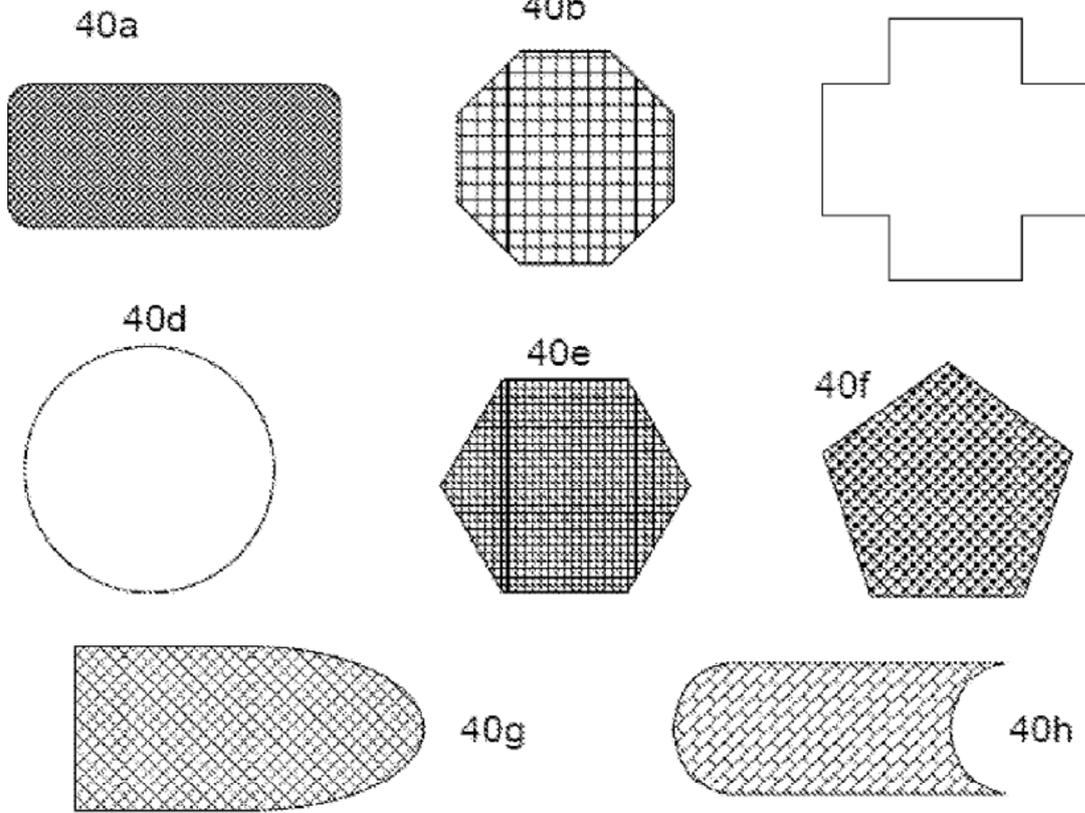
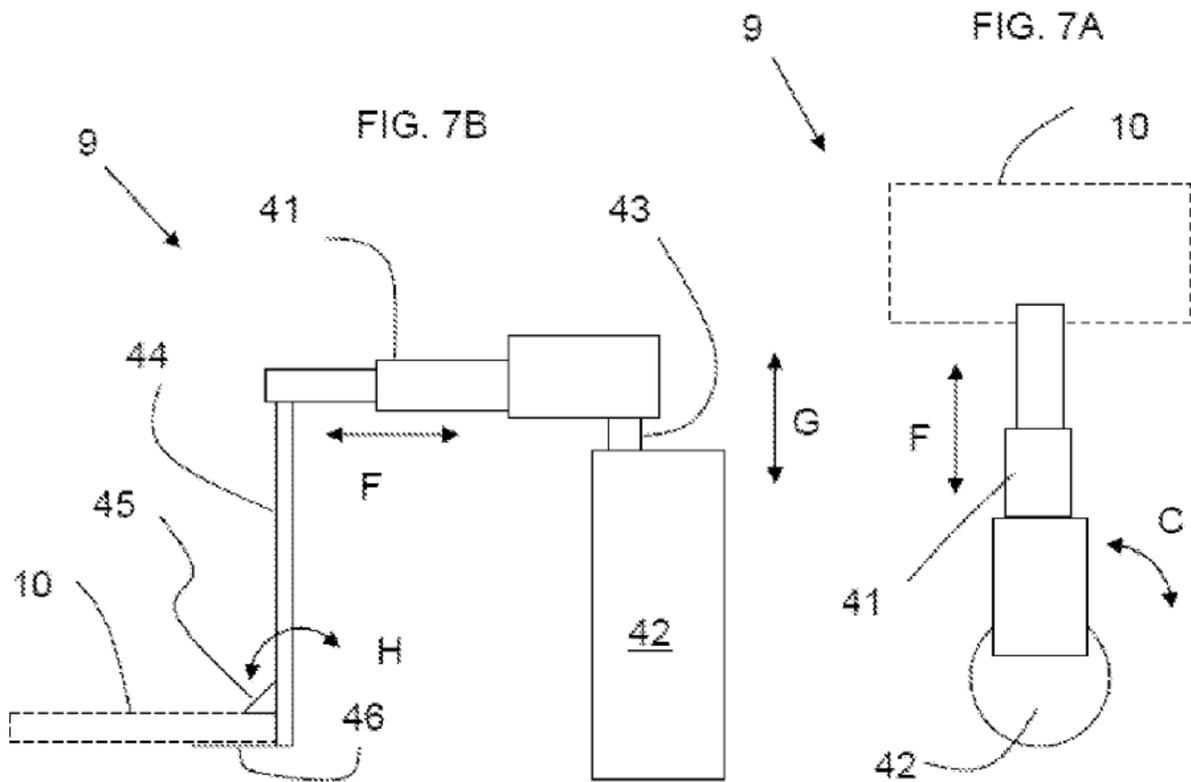


FIG. 7A



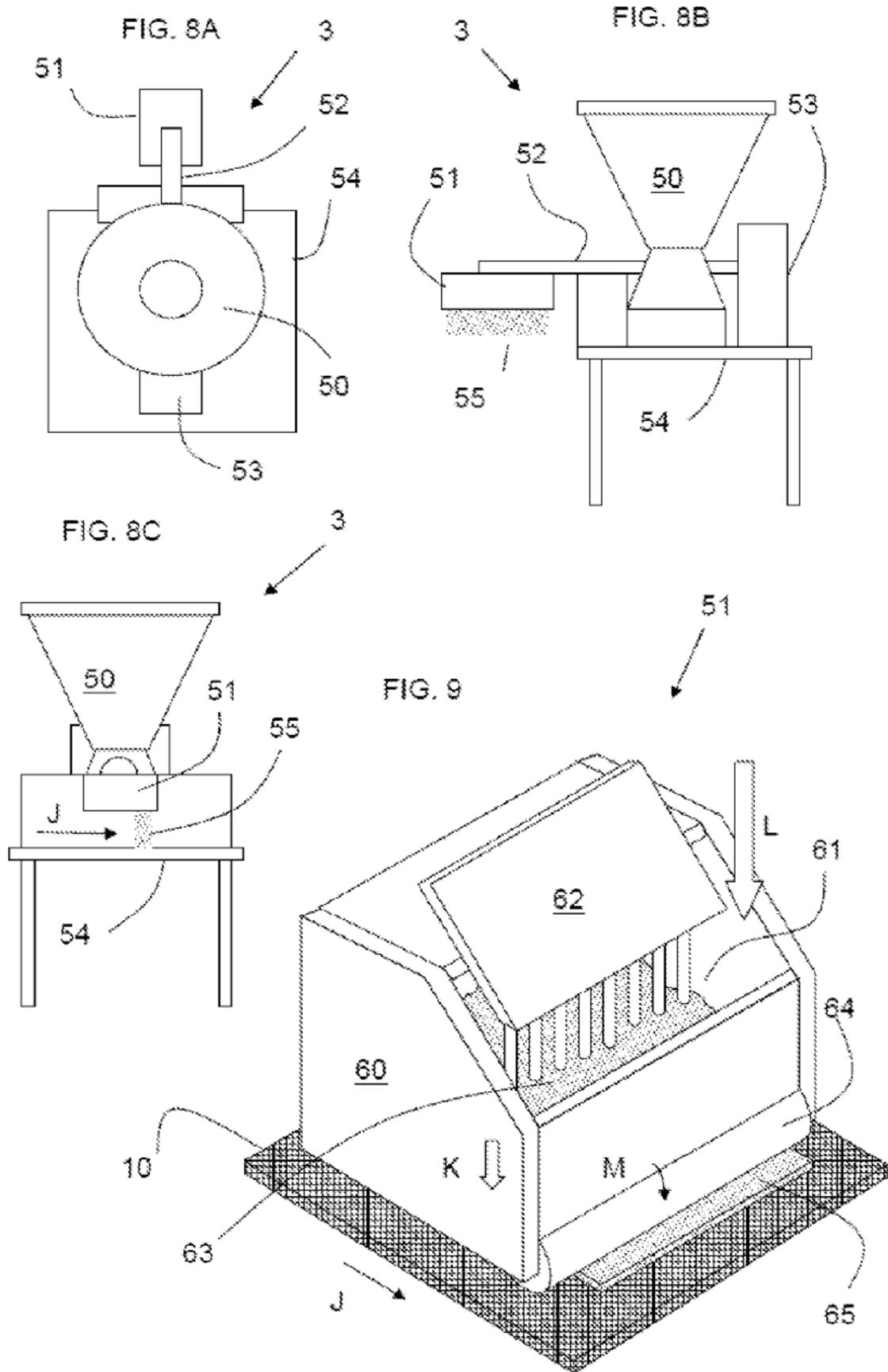


FIG. 10A

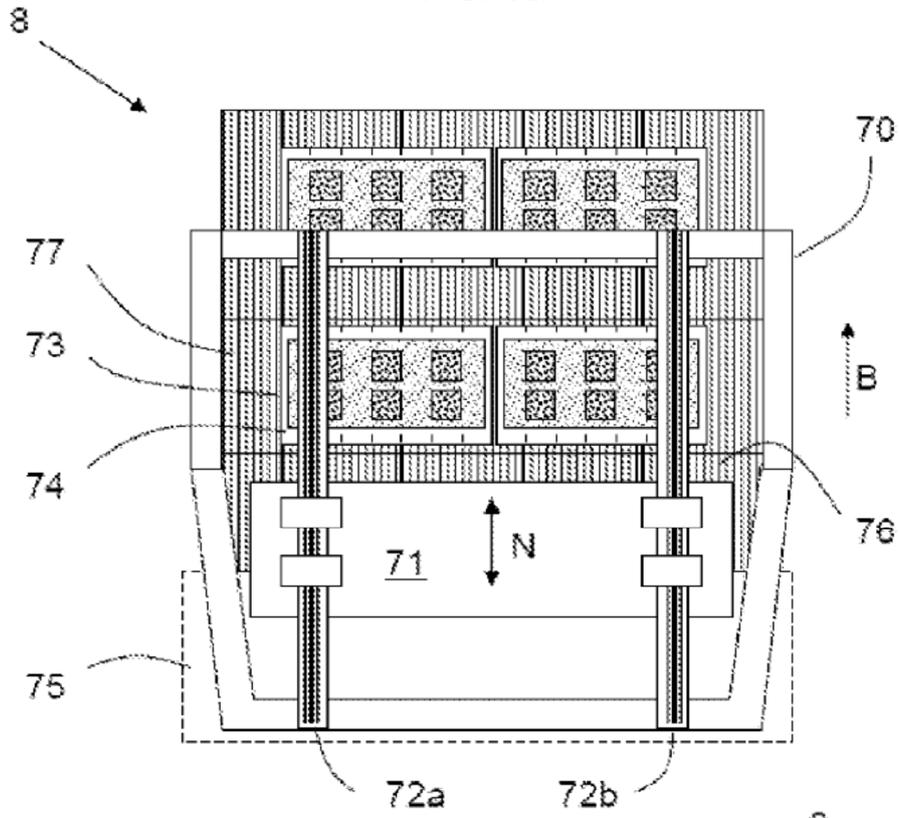
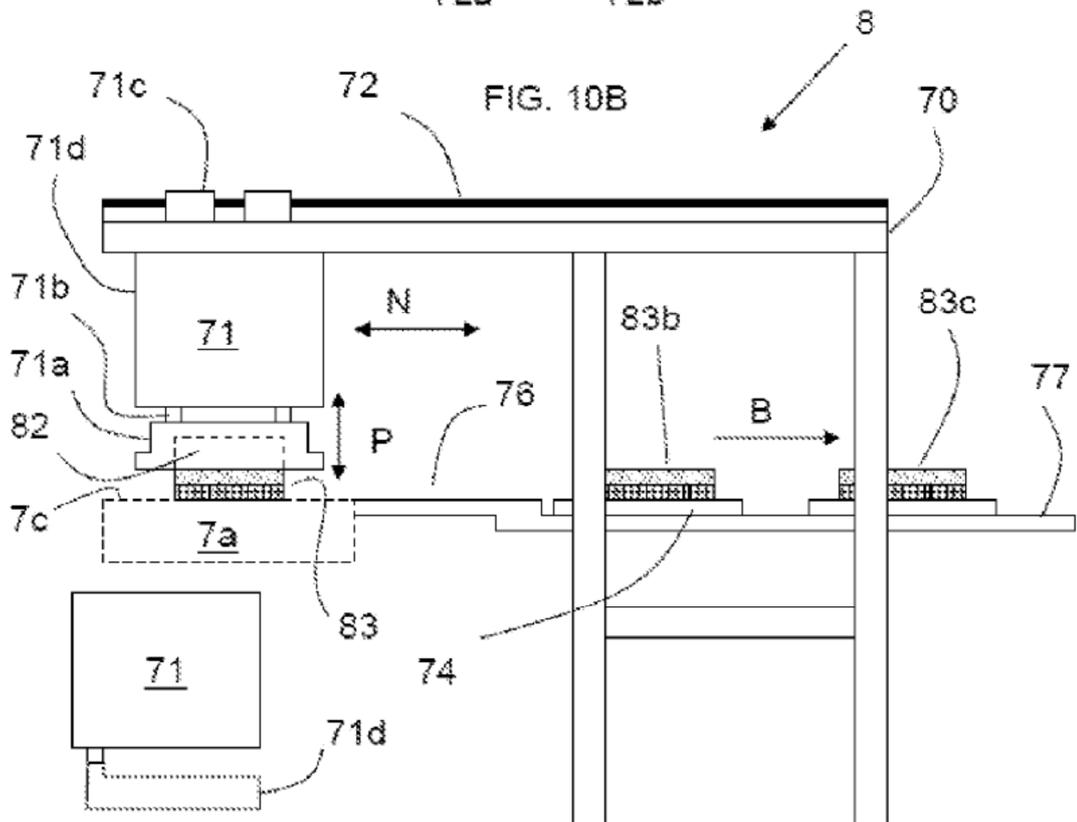


FIG. 10B



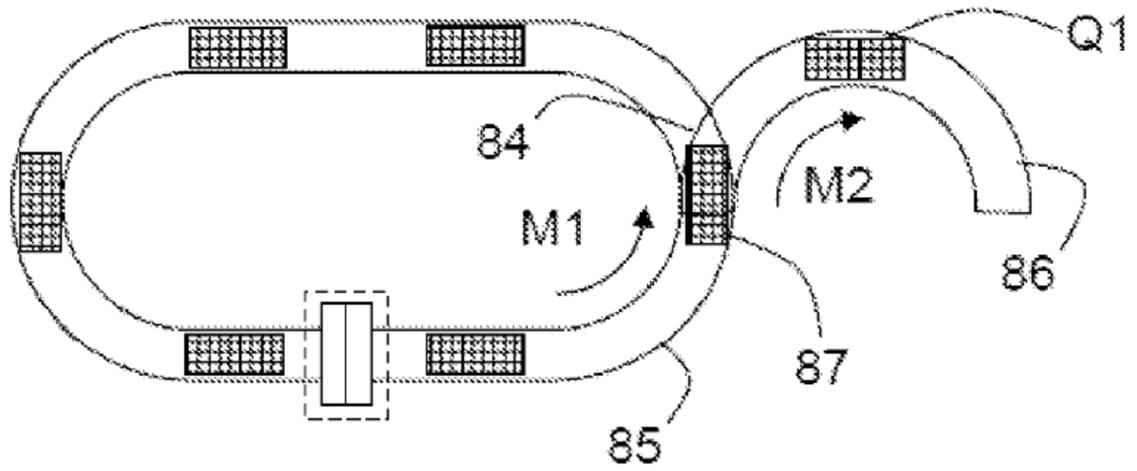
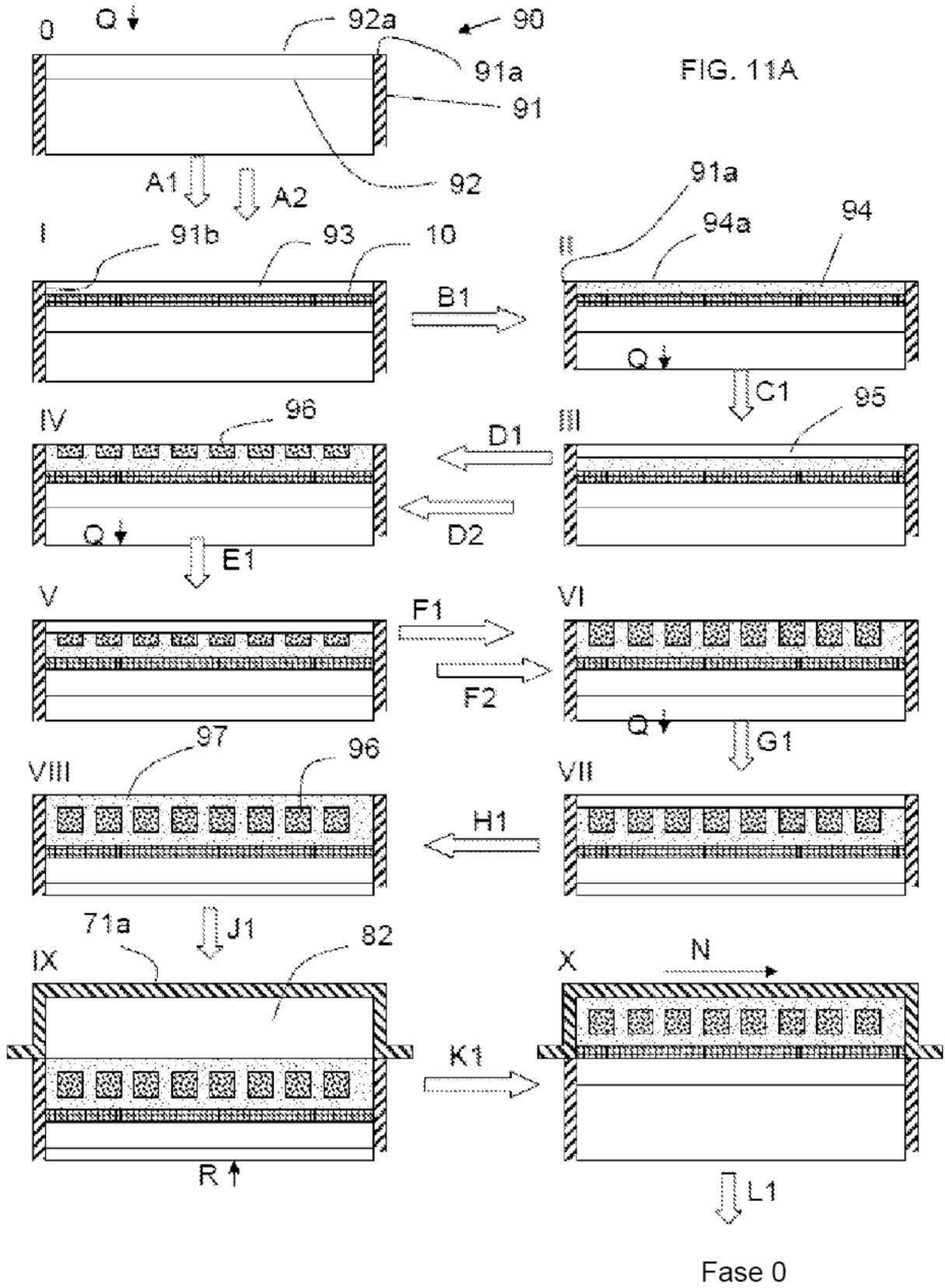
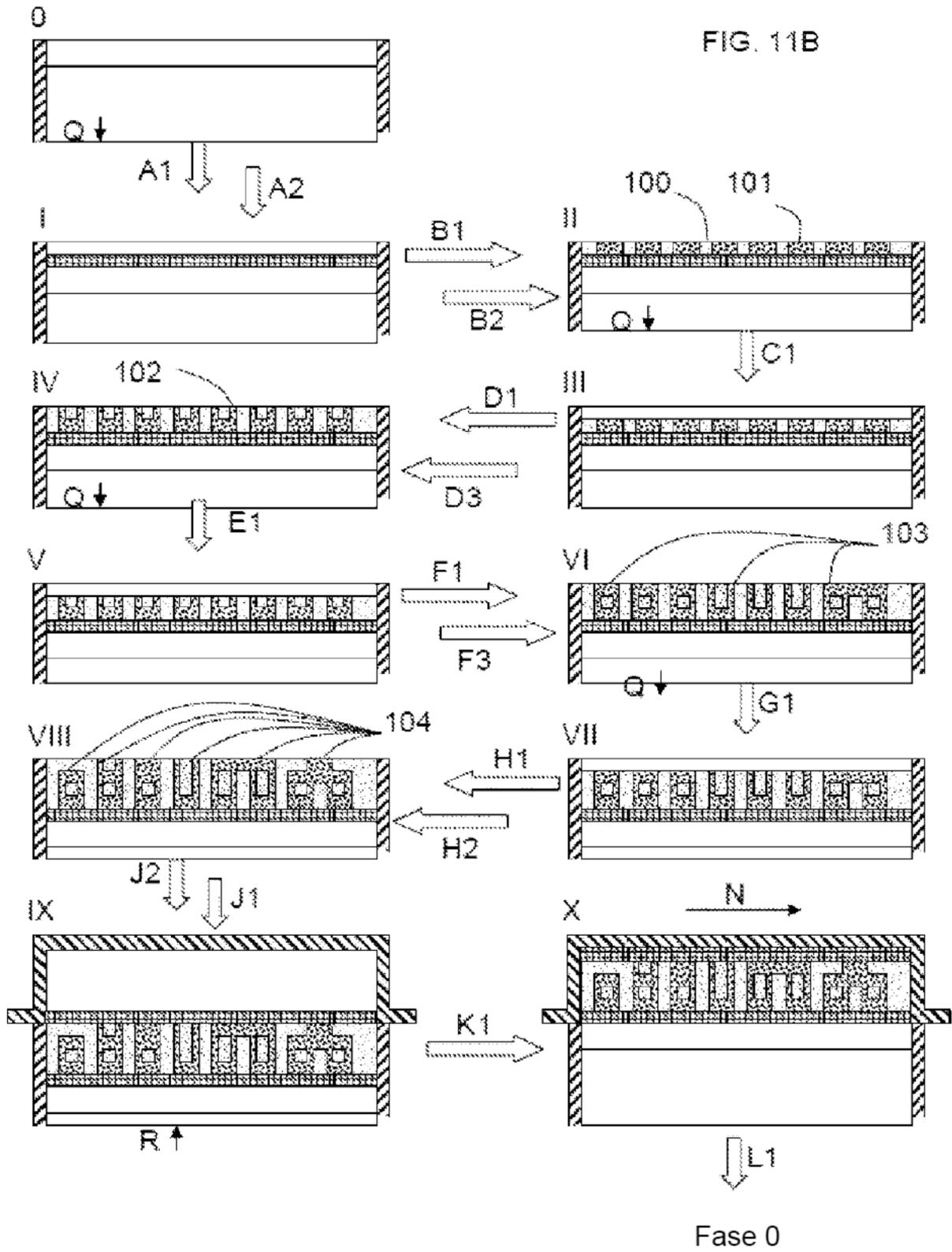
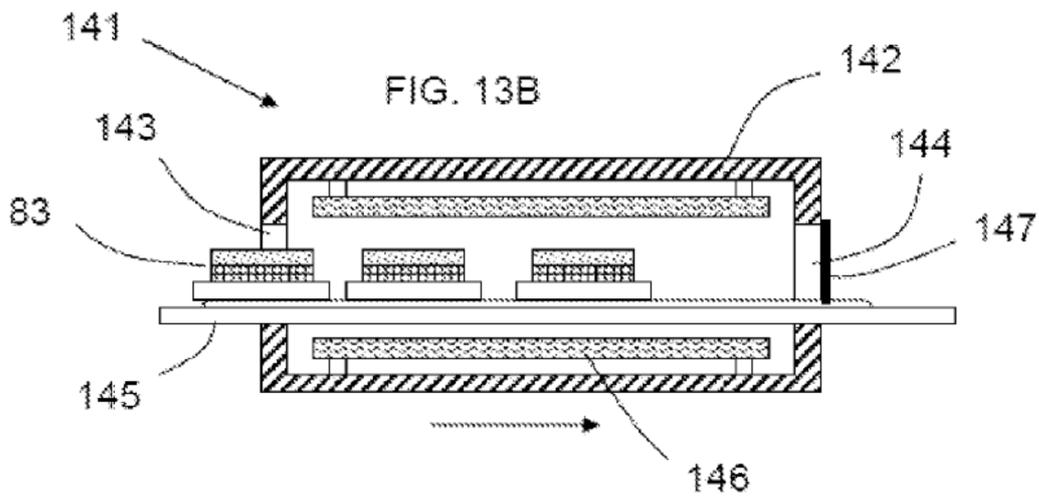
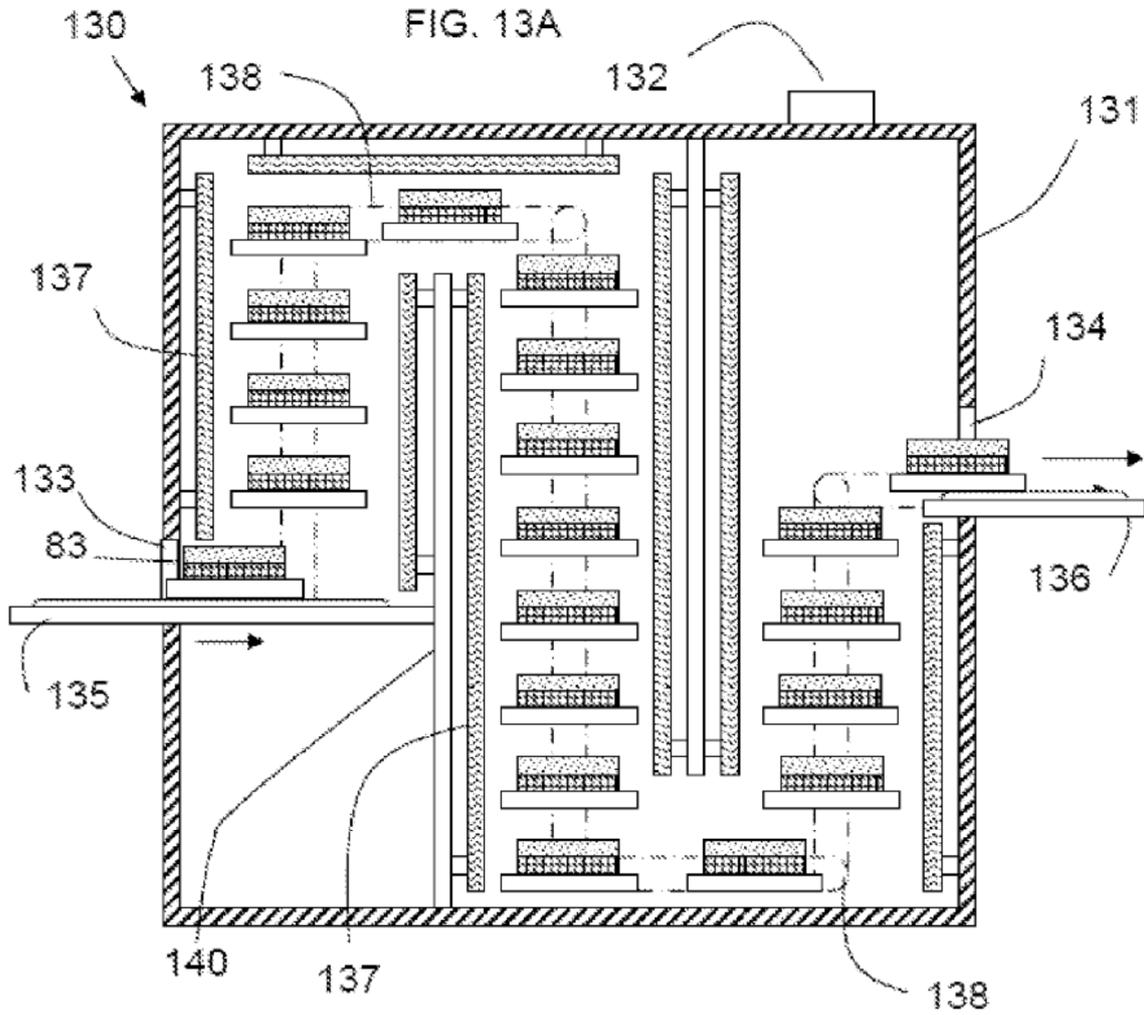
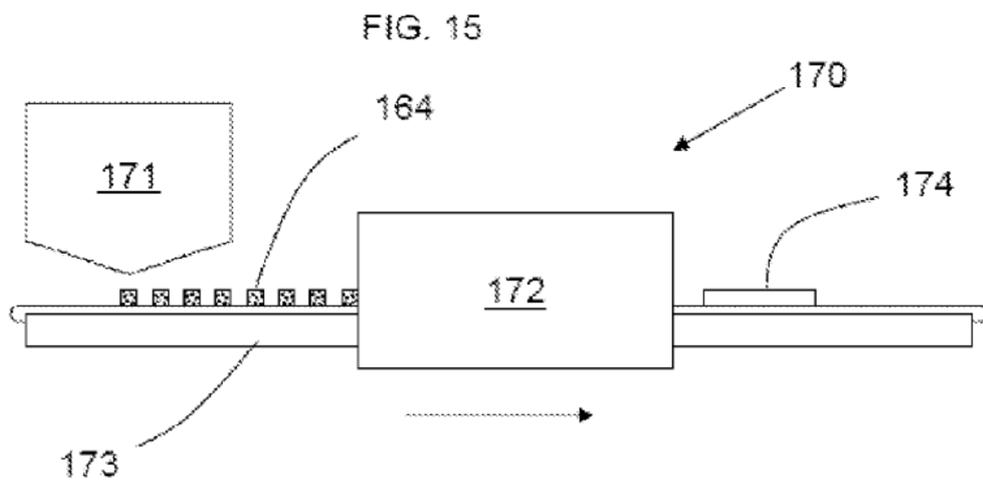
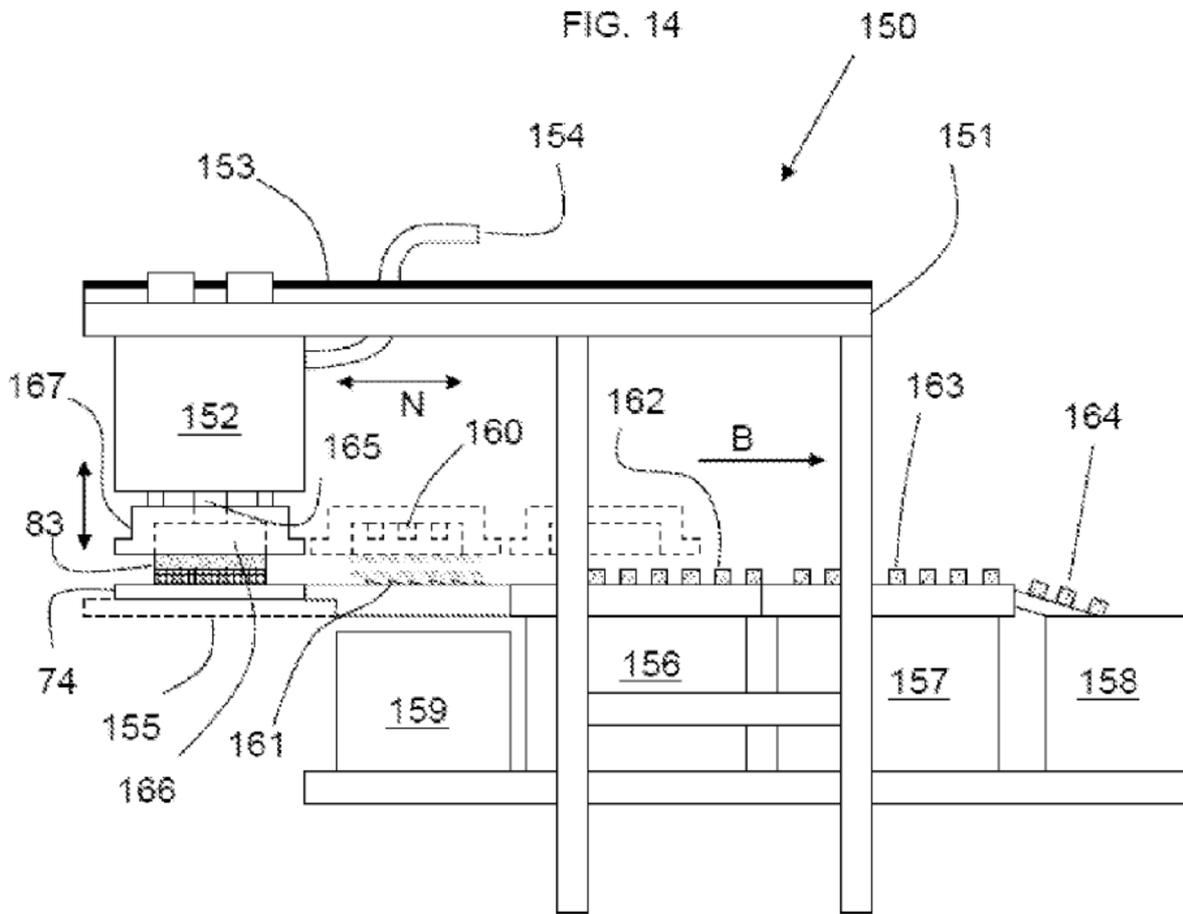


FIG. 10C









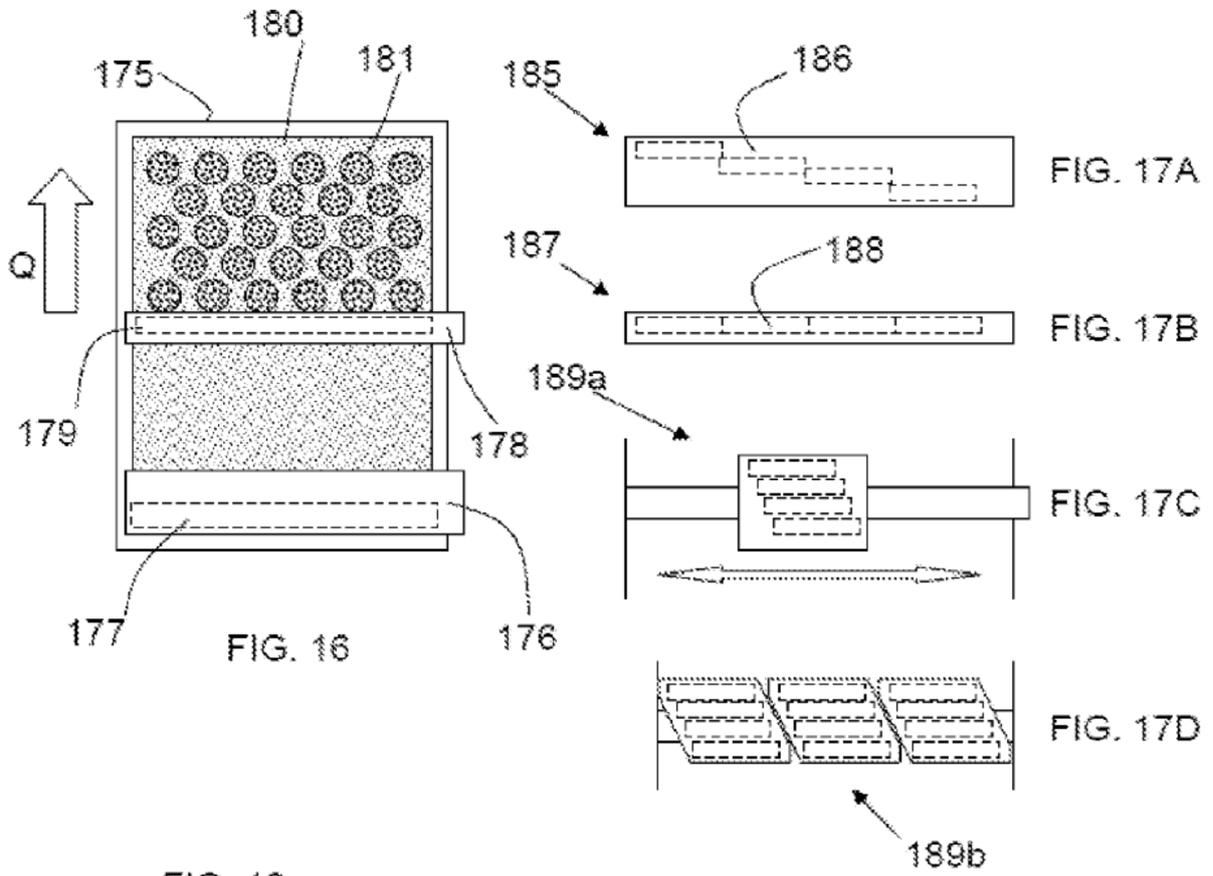


FIG. 18

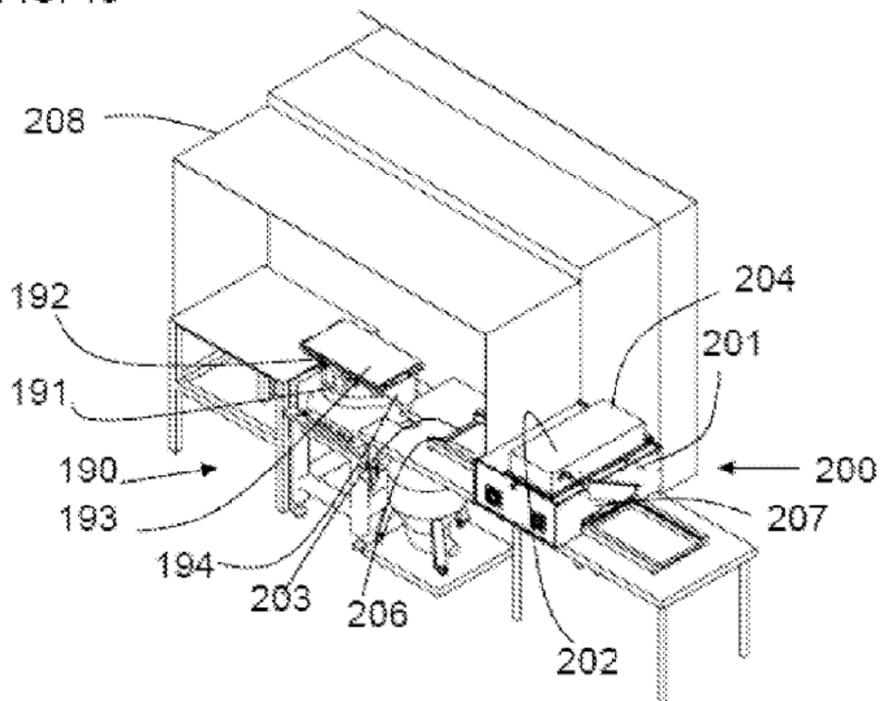


FIG. 19A

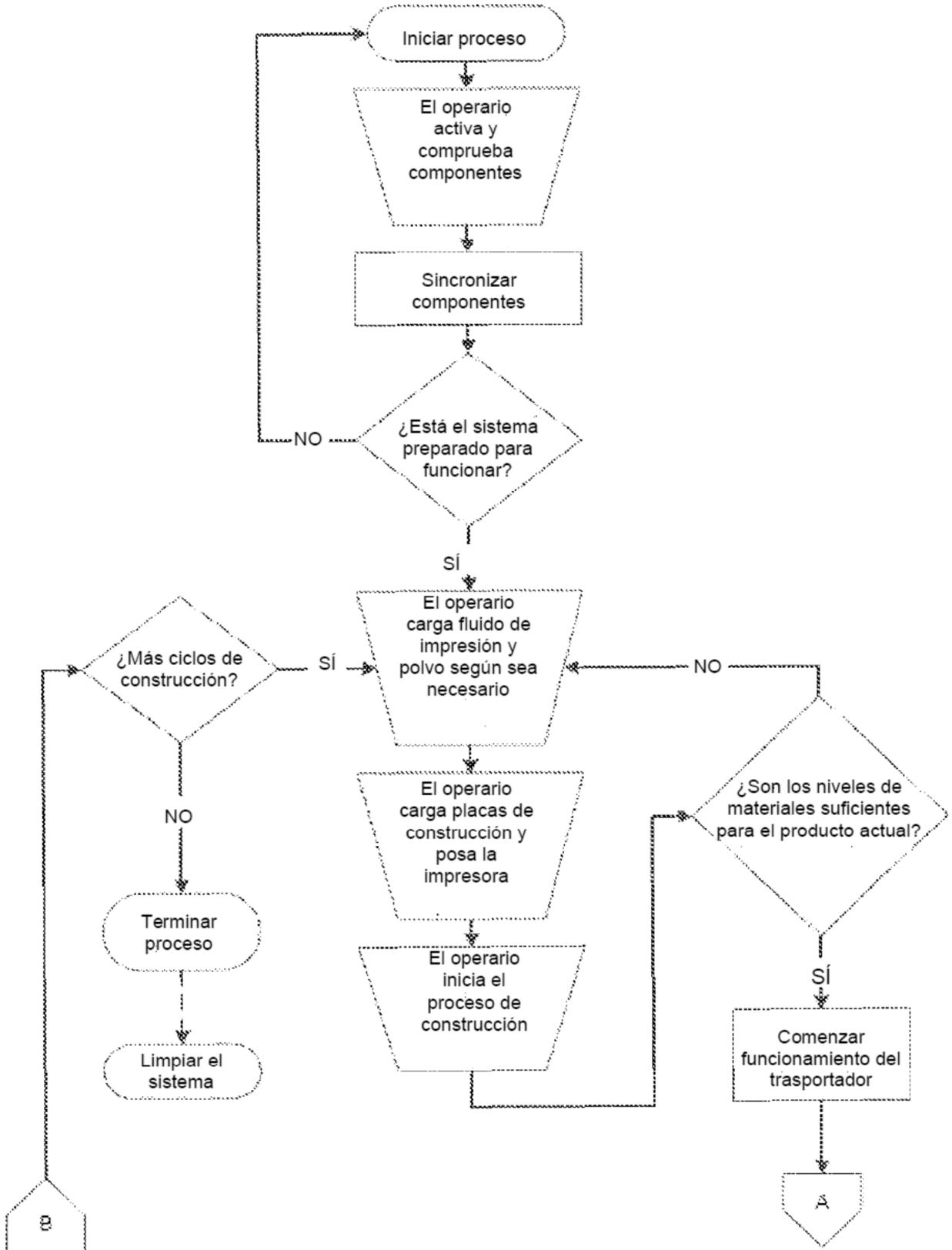


FIG. 19B

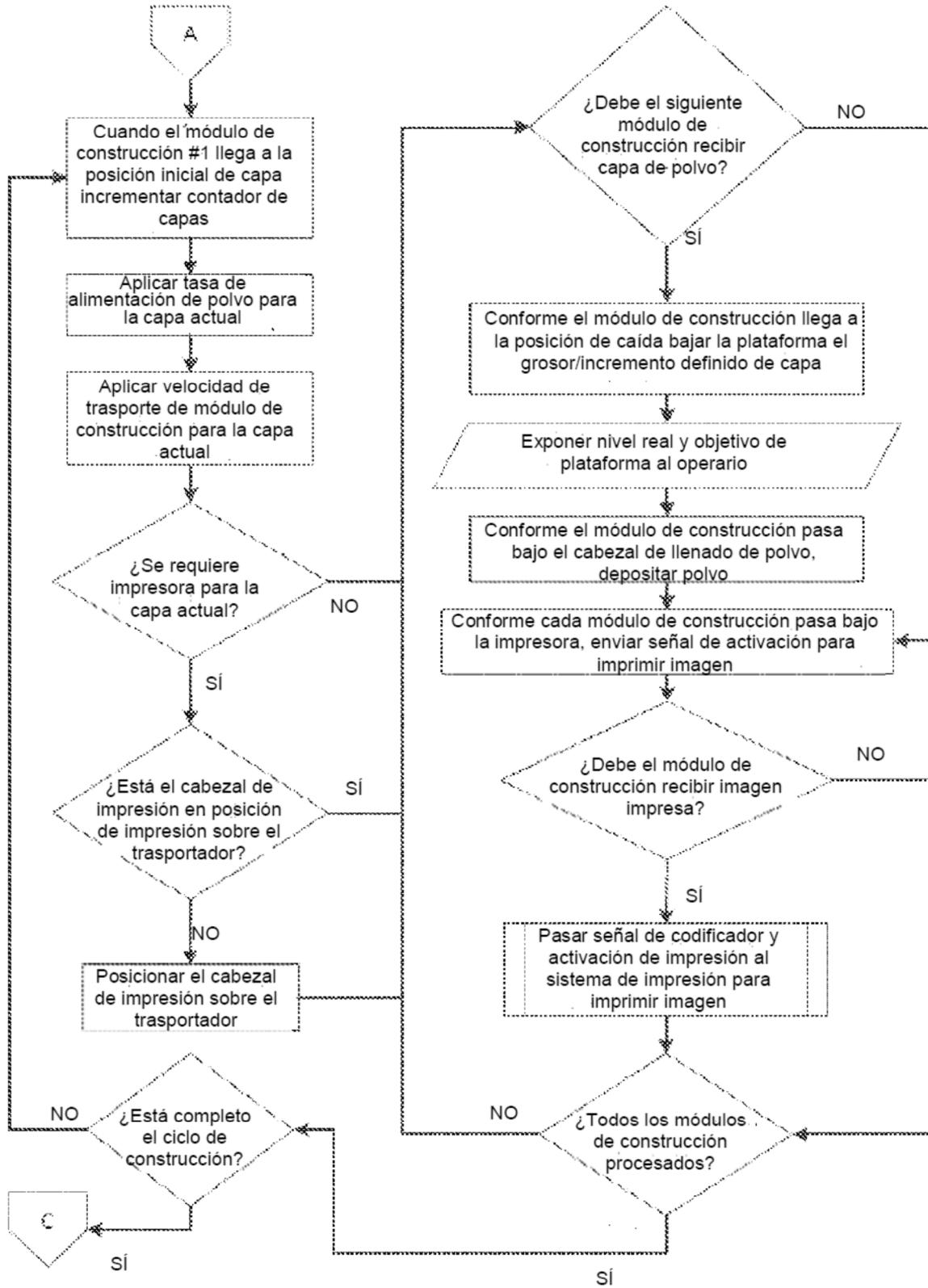


FIG. 19C

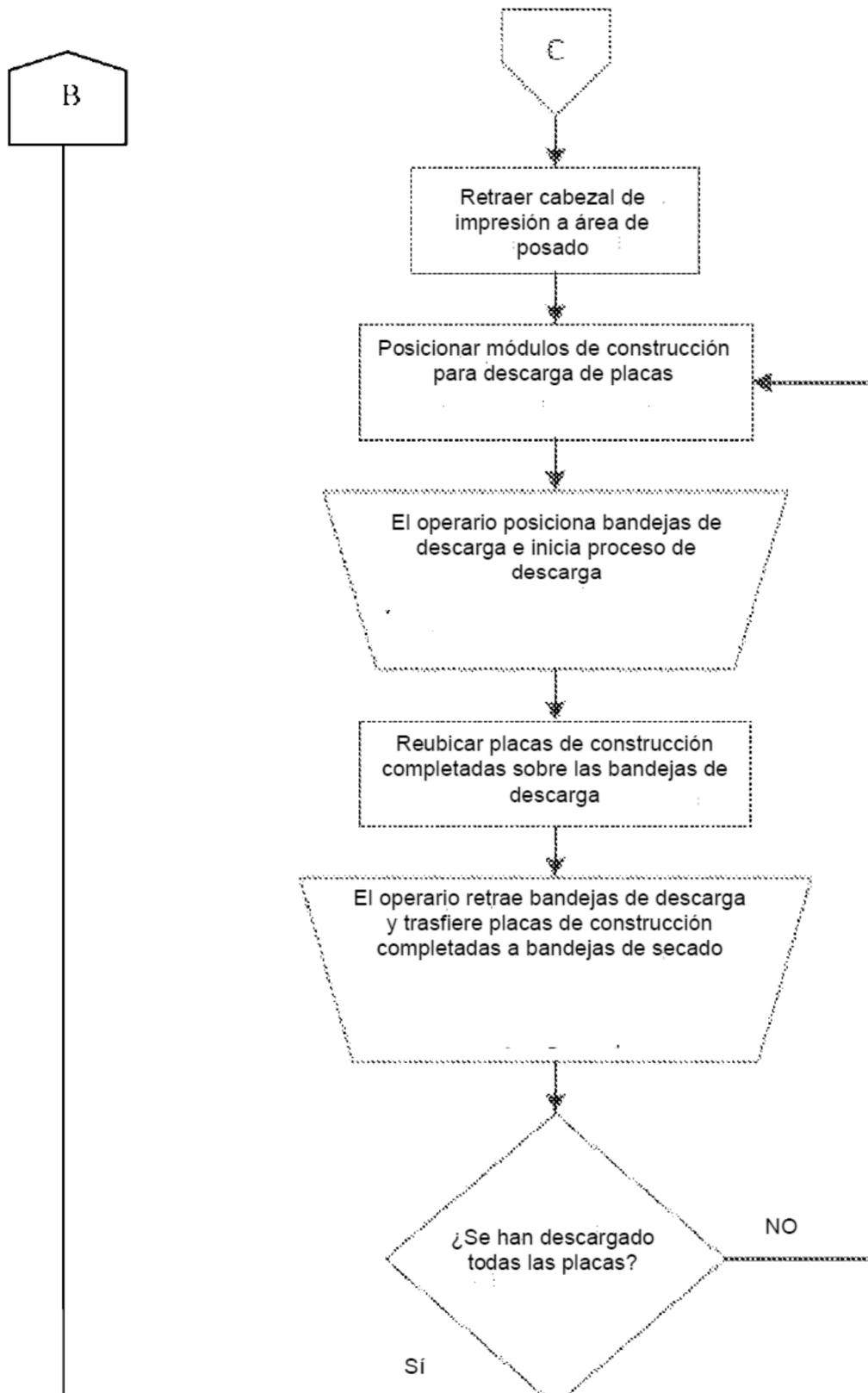


FIG. 20

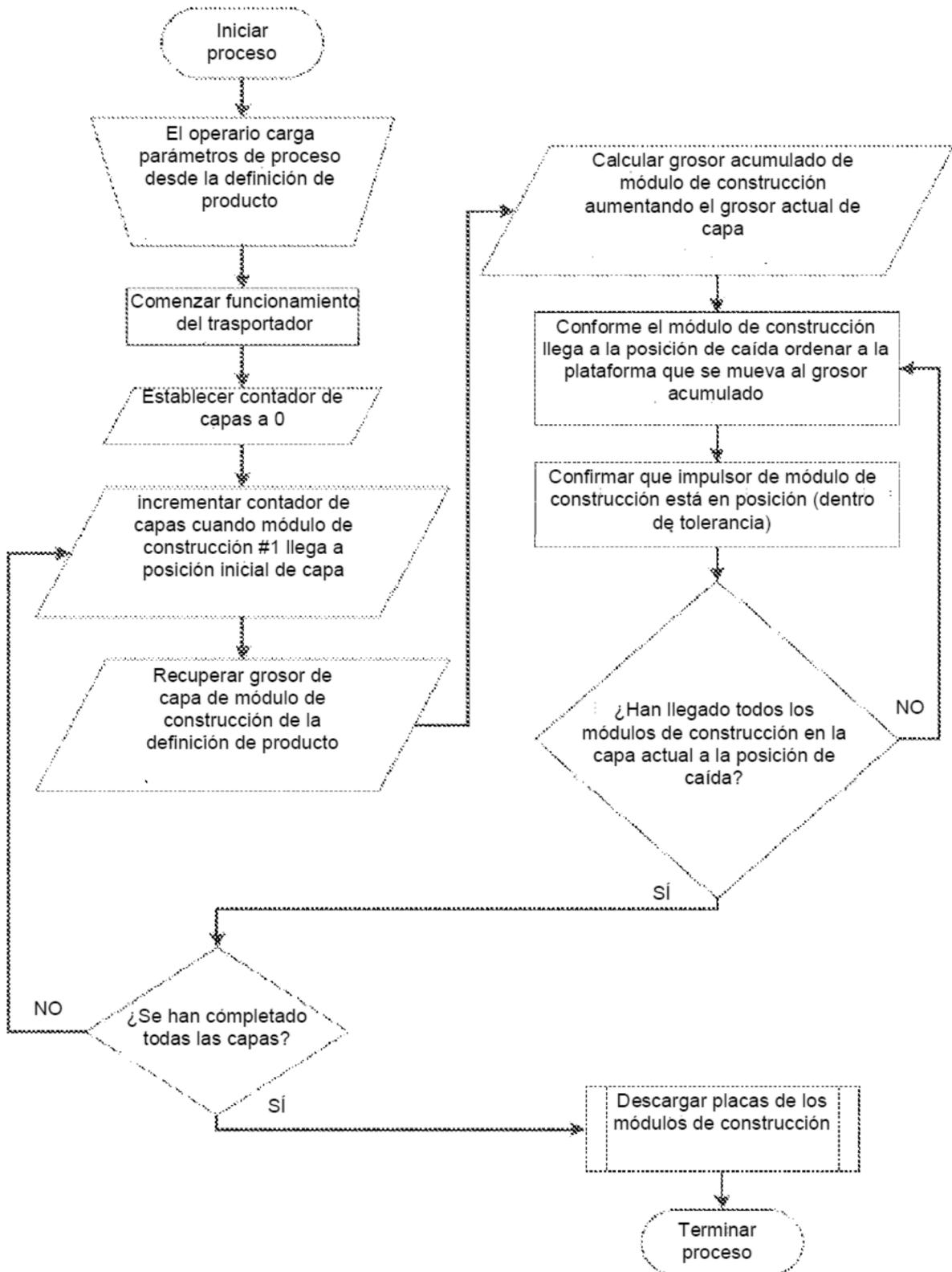


FIG. 21

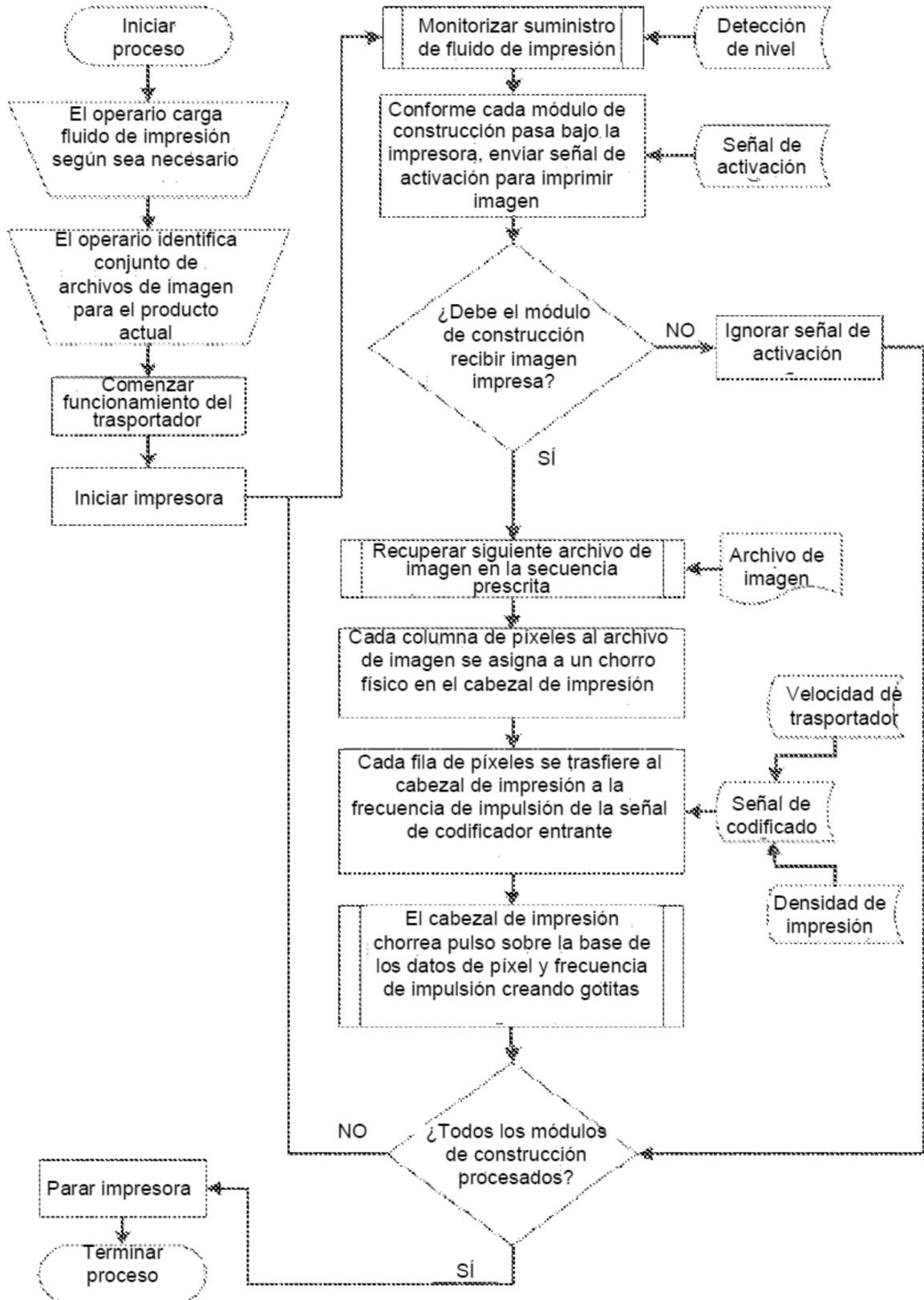


FIG. 22

