

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 979**

51 Int. Cl.:

**B22F 3/105** (2006.01)

**B22F 3/24** (2006.01)

**B22F 3/00** (2006.01)

**B23K 37/047** (2006.01)

**B23K 15/00** (2006.01)

**B33Y 10/00** (2015.01)

**B33Y 30/00** (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2015** **E 18189693 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020** **EP 3441164**

54 Título: **Aparatos y métodos para fabricación aditiva de conjuntos a gran escala**

30 Prioridad:

**13.11.2014 US 201414540057**

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

**14.04.2021**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**BRODA, ADAM R.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 818 979 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**

Aparatos y métodos para fabricación aditiva de conjuntos a gran escala

Antecedentes

5 Las técnicas convencionales para fabricar conjuntos a gran escala, como fuselajes, alas, etc. de aeronaves generalmente requieren la interconexión de varias partes para formar la estructura final. Para acomodar dicha interconexión, se utilizan múltiples operaciones de postprocesamiento y un gran número de sujetadores y hardware asociado (por ejemplo, tapas de sellado, cuñas, rellenos, etc.). Por ejemplo, se perforan múltiples orificios para acomodar la instalación de los sujetadores. Además, varias características a menudo tienen que ser postformadas en las partes componentes y/o en la estructura final. En consecuencia, las técnicas de fabricación existentes para 10 estructuras a gran escala requieren una gran cantidad de mano de obra y aumentan el tiempo y el costo del ciclo de fabricación. Además, la libertad de diseño a menudo está limitada por los requisitos impuestos por las metodologías de fabricación convencionales.

15 El documento JP H01 237123 A, de acuerdo con su primer párrafo, se refiere a un método de escaneo de haz de luz en un método de modelado óptico, en el que un fluido fotocurado es irradiado con un haz de luz para producir un cuerpo curado de una forma deseada, y en particular, el haz de luz se escanea mediante un método de control de coordenadas polares.

El documento JP 5 612735 B1 se refiere a un método para fabricar un objeto de forma tridimensional con una pluralidad de capas solidificadas apiladas integralmente repitiendo la etapa de formación de una capa solidificada irradiando una porción predeterminada de una capa de polvo con un haz de luz.

20 El documento EP 2 910 323 A, de acuerdo con su resumen, se refiere a un método selectivo de sinterización por láser, capaz de reducir el problema de astillado o rotura de la herramienta de mecanizado y similares. El método de fabricación según una realización es un método para fabricar un objeto conformado tridimensional mediante la repetición de una formación de capa de polvo y una formación de capa solidificada, comprendiendo la repetición las etapas de (i) formar una capa solidificada irradiando una porción predeterminada de una capa de polvo con un haz de luz, permitiendo así una sinterización del polvo en la porción predeterminada o una fusión y subsecuente solidificación del mismo, y (ii) formar otra capa solidificada formando nuevamente una capa de polvo en la capa solidificada resultante, seguido mediante la irradiación de una porción predeterminada de la capa de polvo con el haz de luz, en el que el método incluye al menos una etapa de un proceso de mecanizado de superficie para mecanizar una superficie de la capa solidificada y/o el objeto conformado por un dispositivo de mecanizado en un punto en el tiempo después 25 de la formación de la capa solidificada y/o la fabricación del objeto conformado, en donde una eliminación por succión del polvo ubicado alrededor la capa solidificada y/o el objeto conformado se realiza mediante una boquilla de succión antes del proceso de mecanizado de superficie, en el que existe una relación de posición relativa entre un nivel de punta "A" de la boquilla de succión y un nivel de punta "B" del dispositivo de mecanizado es alterado para la eliminación por de succión de modo que el nivel de la punta "A" sea más bajo que el nivel de la punta "B", y en el que la boquilla de succión durante la eliminación por succión se usa bajo tal condición que la boquilla de succión y el dispositivo de mecanizado se colocan adyacentes el uno al otro. 30 35

Resumen

En consecuencia, los aparatos y métodos, destinados a abordar las preocupaciones identificadas anteriormente, encontrarían utilidad.

40 La siguiente es una lista de ejemplos, que pueden o no ser reivindicados, del asunto objeto de acuerdo con la presente divulgación.

45 Un ejemplo de la presente divulgación se refiere a un aparato de fabricación aditiva que comprende un riel lineal que tiene una longitud L1. El riel lineal es giratorio o rotatorio en un plano horizontal alrededor de un eje vertical A. El aparato de fabricación aditiva comprende además una fuente de energía electromagnética acoplada de manera móvil al riel lineal y móvil en un sistema de coordenadas polares que tiene un radio R. El aparato de fabricación aditiva también comprende una plataforma de construcción, móvil verticalmente en relación con la fuente de energía electromagnética; y un compartimento de contención de polvo, configurado para contener un polvo metálico y que tiene un volumen de lecho de polvo, y en el que la plataforma de construcción delimita al menos parcialmente el volumen del lecho de polvo.

50 Otro ejemplo de la presente divulgación se refiere a un aparato de fabricación aditiva que comprende rieles lineales que tienen cada uno una longitud L1. Los rieles lineales son giratorios o rotatorios en un plano horizontal alrededor de un eje vertical A. El aparato de fabricación aditiva comprende además fuentes de energía electromagnética acopladas de manera móvil a los rieles lineales y móviles en un sistema de coordenadas polares que tiene un radio R.

55 Otro ejemplo más de la presente divulgación se relaciona con un método para fabricar de forma aditiva un objeto a partir de un polvo metálico. El método comprende distribuir un primer estrato del polvo metálico en un volumen de lecho de polvo al menos parcialmente delimitado por una plataforma de construcción. El método comprende además

- fundir una primera parte seleccionada del primer estrato del polvo metálico en un volumen de lecho de polvo al exponer la primera porción seleccionada del primer estrato del polvo metálico a energía electromagnética de una fuente de energía electromagnética mientras se mueve una fuente de radiación electromagnética a lo largo de una primera ruta predeterminada en un sistema de coordenadas polares para formar al menos una parte de una primera capa del objeto. La fuente de radiación electromagnética es móvil en una ruta de recorrido lineal a lo largo de un riel lineal y el riel lineal es giratorio o rotatorio en un plano horizontal alrededor de un eje vertical A. El método comprende además mover verticalmente la plataforma de construcción a una distancia predeterminada de la fuente de energía electromagnética después de formar la primera capa del objeto; y distribuir un segundo estrato del polvo metálico en el volumen del lecho de polvo sobre la primera capa del objeto.
- 5
- 10 Breve descripción de los dibujos
- Habiendo descrito así ejemplos de la presente divulgación en términos generales, ahora se hará referencia a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, y en los que los caracteres de referencia similares designan partes iguales o similares en todas las diversas vistas, y en donde:
- 15 La FIG. 1A es una primera porción de un diagrama de bloques de un aparato de fabricación aditiva, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 1B es una segunda porción del diagrama de bloques del aparato de fabricación aditiva, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación
- La FIG. 2 es una ilustración esquemática de un sistema de coordenadas polares del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 20 La FIG. 3 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 4 es una vista en elevación lateral parcial esquemática del aparato de fabricación aditiva de la FIG. 3, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 25 La FIG. 5 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 6 es una vista en elevación lateral parcial esquemática del aparato de fabricación aditiva de la FIG. 5, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 7 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 30 La FIG. 8 es una vista en elevación lateral parcial esquemática del aparato de fabricación aditiva de la FIG. 7, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 9 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 35 La FIG. 10 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 11 es una vista en elevación lateral parcial esquemática del aparato de fabricación aditiva de la FIG. 10, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 12 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 40 La FIG. 13 es una vista en elevación lateral parcial esquemática del aparato de fabricación aditiva de la FIG. 12, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 14 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 45 La FIG. 15 es una vista en elevación lateral parcial esquemática del aparato de fabricación aditiva de la FIG. 14, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 16 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 17 es una vista en elevación lateral parcial esquemática del aparato de fabricación aditiva de la FIG. 16, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

- La FIG. 18 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 19 es una vista en elevación lateral parcial esquemática del aparato de fabricación aditiva de la FIG. 18, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 5 La FIG. 20 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 21 es una vista en elevación lateral parcial esquemática del aparato de fabricación aditiva de la FIG. 20, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 10 La FIG. 22 es una vista en elevación lateral esquemática, en sección parcial, del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 23 es una vista en elevación lateral esquemática, en sección parcial, del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 24 es una vista en perspectiva esquemática, en sección parcial, del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 15 La FIG. 25 es una vista en elevación lateral esquemática del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 26 es una vista en perspectiva parcial esquemática del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 20 La FIG. 27 es una vista en perspectiva parcial esquemática de un aparato de acondicionamiento superficial del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 28 es una vista en perspectiva parcial esquemática de un primer subsistema de eliminación de polvo del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 25 La FIG. 29 es una vista esquemática en planta desde arriba del compartimento de contención de polvo, el aparato de acondicionamiento superficial, el primer subsistema de eliminación de polvo, y un segundo subsistema de eliminación de polvo del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 30 es una vista en perspectiva esquemática del segundo subsistema de eliminación de polvo del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 30 La FIG. 31 es una vista en elevación lateral esquemática de un aparato de dispensación de polvo del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 32 es una vista en perspectiva esquemática de una caja de distribución de polvo del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 33 es una vista esquemática en planta desde arriba del aparato de dispensación de polvo del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 35 La FIG. 34 es una vista en perspectiva esquemática de un sistema de gas de protección del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 35 es una vista en elevación lateral parcial esquemática del sistema de gas de protección del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 40 La FIG. 36 es una vista en elevación lateral esquemática del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 37 es una vista en perspectiva esquemática de una placa de construcción del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- La FIG. 38 es una vista en perspectiva esquemática de la plataforma de construcción del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;
- 45 La FIG. 39 es una vista en elevación lateral esquemática de una fuente de energía electromagnética y una plataforma de construcción del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

La FIG. 40 es una vista en elevación lateral esquemática de una fuente de energía electromagnética y una plataforma de construcción del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

5 La FIG. 41 es una vista en elevación lateral esquemática de una fuente de energía electromagnética y una plataforma de construcción del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

La FIG. 42 es una vista en elevación lateral esquemática de una fuente de energía electromagnética y una plataforma de construcción del aparato de fabricación aditiva de las FIG. 1A y 1B, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

10 La FIG. 43A es una primera porción de un diagrama de bloques de un método para fabricar de forma aditiva un objeto a partir de un polvo metálico, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

La FIG. 43B es una segunda porción del diagrama de bloques del método para fabricar de forma aditiva un objeto a partir de un polvo metálico, de acuerdo con uno o más ejemplos de la presente divulgación;

La FIG. 44 es un diagrama de bloques de producción de aeronaves y metodología de servicio; y

15 La FIG. 45 es una ilustración esquemática de un avión.

#### Descripción detallada

En las FIG. 1A y 1B, mencionados anteriormente, las líneas continuas, si las hay, que conectan varios elementos y/o componentes pueden representar acoplamientos mecánicos, eléctricos, de fluidos, ópticos, electromagnéticos y otros y/o combinaciones de los mismos. Tal como se usa en el presente documento, "acoplado" significa asociado directa e indirectamente. Por ejemplo, un miembro A puede estar asociado directamente con un miembro B, o puede estar asociado indirectamente con él, por ejemplo, a través de otro miembro C. Se entenderá que no todas las relaciones entre los diversos elementos descritos están necesariamente representadas. Por consiguiente, también pueden existir otros acoplamientos distintos de los que se muestran en los diagramas de bloques. Las líneas discontinuas, si las hay, que conectan los diversos elementos y/o componentes representan acoplamientos similares en función y propósito a los representados por líneas continuas; sin embargo, los acoplamientos representados por las líneas discontinuas pueden proporcionarse selectivamente o pueden relacionarse con ejemplos alternativos u opcionales de la presente divulgación. Del mismo modo, los elementos y/o componentes, si los hay, representados con líneas discontinuas, indican ejemplos alternativos u opcionales de la presente divulgación. Los elementos ambientales, si los hay, están representados con líneas de puntos. Los elementos virtuales (imaginarios) también se pueden mostrar para mayor claridad. Los expertos en la materia apreciarán que algunas de las características ilustradas en las FIG. 1A y 1B pueden combinarse de varias maneras sin la necesidad de incluir otras características descritas en las FIG. 1A y 1B, otras Figuras de dibujo, y/o la divulgación adjunta, aunque dicha combinación o combinaciones no se ilustran explícitamente en este documento. De manera similar, las características adicionales no limitadas a los ejemplos presentados pueden combinarse con algunas o todas las características que se muestran y describen en este documento.

En las FIG. 1A, 1B y 43-45, mencionados anteriormente, los bloques pueden representar operaciones y/o porciones de los mismos y las líneas que conectan los diversos bloques no implican ningún orden o dependencia particular de las operaciones o partes de los mismos. Las figuras 1A, 1B y 43-45 y la divulgación adjunta que describe las operaciones del(de los) método(s) expuesto(s) aquí no deben interpretarse como determinantes de una secuencia en la que se deben realizar las operaciones. Más bien, aunque se indica un orden ilustrativo, debe entenderse que la secuencia de las operaciones puede modificarse cuando sea apropiado. Por consiguiente, ciertas operaciones pueden realizarse en un orden diferente o simultáneamente. Además, los expertos en la técnica apreciarán que no es necesario realizar todas las operaciones descritas.

En la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de los conceptos divulgados, que pueden practicarse sin algunos o todos estos detalles. En otros casos, los detalles de dispositivos y/o procesos conocidos se han omitido para evitar ocultar innecesariamente la divulgación. Si bien algunos conceptos se describirán junto con ejemplos específicos, se entenderá que estos ejemplos no pretenden ser limitativos.

A menos que se indique lo contrario, los términos "primero", "segundo", etc., se usan aquí simplemente como etiquetas, y no pretenden imponer requisitos ordinales, posicionales o jerárquicos en los elementos a los que se refieren estos términos. Además, la referencia a, por ejemplo, un "segundo" ítem no requiere o excluye la existencia de, por ejemplo, un "primer" elemento o un número más bajo, y/o, por ejemplo, un "tercero" o un ítem con un número más alto.

La referencia aquí a "un ejemplo" significa que uno o más rasgos, estructura o característica descritas en relación con el ejemplo se incluye en al menos una implementación. La frase "un ejemplo" en varios lugares de la especificación puede o no referirse al mismo ejemplo.

A continuación, se proporcionan ejemplos ilustrativos, que pueden o no pueden reivindicarse, de la materia objeto de la presente divulgación.

5 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 1A, 1B y 2-42, el aparato 100 de fabricación aditiva (denominado en general como aparato 100) comprende un riel 122 lineal, que tiene una longitud L1. El riel 122 lineal es uno de giratorio o rotatorio en un plano horizontal alrededor del eje vertical A (figura 3-21). El aparato 100 comprende además una fuente 110 de energía electromagnética acoplada de manera móvil al riel 122 lineal y movable en el sistema 250 de coordenadas polares que tiene un radio R (Figuran 2). La materia objeto precedente del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 1 de la presente divulgación.

10 El aparato 100 de fabricación aditiva facilita el movimiento de la fuente 110 de energía electromagnética y, por lo tanto, la energía 306 electromagnética generada por la fuente 110 de energía electromagnética, a lo largo de la ruta 252 de recorrido curvilínea (FIG. 2) a cualquier ubicación definida por el sistema 250 de coordenadas polares cuando se fabrica el objeto 300 (FIG. 1A) a gran escala.

15 El aparato 100 de fabricación aditiva se utiliza para fabricar el objeto 300. Durante la fabricación aditiva del objeto 300 (figura 1A), la fuente 110 de energía electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares produce el objeto 300 (por ejemplo, el objeto 300 a gran escala) que tiene cualquier forma fabricada, como una forma generalmente cilíndrica (por ejemplo, un fuselaje de avión). Como ejemplo específico, no limitativo, durante un proceso de fabricación aditiva, la fuente 110 de energía electromagnética se mueve a lo largo de la ruta 252 de recorrido curvilínea (FIG. 2) en el sistema 250 de coordenadas polares para fabricar el objeto 300 que tiene al menos una forma parcialmente curvilínea.

20 Los expertos en la materia apreciarán que el riel 122 lineal puede ser uno o más (por ejemplo, una pluralidad de) rieles 122 lineales. Cada riel 122 lineal tiene una fuente 110 de energía electromagnética asociada con el mismo y acoplada de manera móvil al mismo.

25 La fabricación aditiva incluye cualquier proceso para fabricar el objeto 300 tridimensional en el que se colocan capas sucesivas de material, por ejemplo, bajo control informático. El objeto 300 puede ser de casi cualquier forma o geometría diseñada y/o casi cualquier forma o geometría fabricada. Como un ejemplo, el objeto 300 puede producirse a partir de un modelo de ordenador tridimensional o alguna otra fuente de datos electrónicos.

30 La fuente 110 de energía electromagnética genera y/o emite energía 306 electromagnética capaz de irradiar un material de base para formar una masa sólida y homogénea de material (por ejemplo, el objeto 300). Como ejemplo, el aparato 100 de fabricación aditiva se usa para fabricar el objeto 300 hecho de metal. El aparato 100 de fabricación aditiva utiliza una fuente 100 de energía electromagnética, por ejemplo, bajo control informático, para formar el objeto 300 metálico mediante la fusión de polvo 302 de metal capa por capa con energía 306 electromagnética en una masa metálica sólida y homogénea.

35 El polvo 302 de metal puede incluir cualquier metal o aleación metálica en forma de polvo. Como ejemplo, el polvo 302 de metal incluye el mismo material que el objeto 300. Por ejemplo, el polvo 302 de metal puede ser un material puro que no tiene materiales de relleno adicionales. Como ejemplo, el polvo 302 de metal incluye materiales adicionales diferentes al material del objeto 300. Por ejemplo, el polvo 302 de metal puede incluir materiales de relleno adicionales.

40 El objeto 300 fabricado por el proceso de fabricación aditiva puede reducir significativamente el número de pasos requeridos en una operación de ensamblaje. Además, el proceso de fabricación aditiva puede producir el objeto 300 que tiene una estructura y/o forma complejas. Como ejemplo, el proceso de fabricación aditiva que utiliza el aparato 100 de fabricación aditiva puede producir un objeto 300 que incluye varias características específicas del objeto (por ejemplo, orificios de fijación, estructuras de celosía internas, aberturas, etc.), que pueden reducir sustancialmente o incluso eliminar las etapas de montaje del mecanizado y/o instalando tales características en el objeto 300.

45 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y particularmente a, por ejemplo, la FIG. 2, como se usa en este documento, "sistema de coordenadas polares" es un sistema de coordenadas bidimensional en el que una distancia 264 (por ejemplo, una distancia lineal) desde el punto 258 fijo y el ángulo 260 desde una dirección fija (por ejemplo, a cero grados) determina cada punto 262 en un plano (por ejemplo, el plano horizontal). La distancia 264 desde el punto 258 fijo define una coordenada radial. El ángulo 260 define una coordenada angular.

50 En los ejemplos descritos aquí, el punto 258 fijo (también conocido como el polo) es un punto definido por una intersección del eje vertical A (figura 3-21) y el plano horizontal. El radio R del sistema 250 de coordenadas polares es la distancia 264 máxima desde el punto 258 fijo del sistema 250 de coordenadas polares.

55 Los expertos en la materia reconocerán que mientras el movimiento (por ejemplo, a lo largo de la ruta 252 de recorrido curvilínea) de la fuente 110 de energía electromagnética se define con relación al sistema 250 de coordenadas polares, el aparato 100 de fabricación aditiva puede ubicar la posición de la fuente 110 de energía electromagnética con respecto al sistema 250 de coordenadas polares, sistema de coordenadas cartesianas (por ejemplo, utilizando dos coordenadas numéricas que se encuentran a distancias desde un punto fijo en dos líneas dirigidas perpendiculares fijas para determinar de forma única la posición de un punto en un plano), o cualquier otro sistema de determinación

de posición adecuado. Como ejemplo, el aparato 100 de fabricación aditiva puede ser operado por comandos programables por ordenador para controlar la posición y/o el movimiento de la fuente 110 de energía electromagnética.

5 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y, en particular, por ejemplo, las FIG. 3-21, la fuente 110 de energía electromagnética comprende uno de un generador de haz de electrones o un generador de haz de láser. La materia objeto precedente del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 2 de la presente divulgación, y el ejemplo 2 incluye la materia objeto del ejemplo 1 anterior.

El generador de haz de electrones y/o el generador de haz de láser utilizado en el proceso de fabricación aditiva producen (por ejemplo, generan y/o emiten) una cantidad suficiente de energía (por ejemplo, un haz de electrones o un haz de láser, respectivamente) para promover la fusión del polvo 302 de metal.

10 El objeto 300 producido por operaciones de fabricación aditiva (por ejemplo, técnicas de fusión) que utilizan el generador de haz de electrones o el generador de haz de láser es completamente denso, libre de vacíos y extremadamente fuerte.

15 El generador de haz de electrones genera y/o emite un haz de electrones capaz de fundir el polvo 302 de metal en el objeto 300 hecho de metal. Como un ejemplo genérico, no limitativo, el generador de haz de electrones puede ser un sistema de múltiples haces de cátodo cristalino único (por ejemplo, 3000W). Como un ejemplo específico, no limitativo, el generador de haz de electrones puede ser un generador de fusión de haz de electrones comercialmente disponible en Arcam AB, Krokslätts Fabriker 27A, SE-431 37 Mölndal, Suecia. Como otro ejemplo específico, no limitativo, el generador de haz de electrones puede ser un generador de fusión de haz de electrones comercialmente disponible de Steigerwald Strahltechnik GmbH, Emmy-Noether-Str. 2, 82216 Maisach, Alemania.

20 Como ejemplo, la operación de fabricación aditiva puede ser un proceso de fusión de haz de electrones ("EBM") que utiliza el haz de electrones como su fuente de energía. El proceso EBM fabrica el objeto 300 mediante la fusión del polvo 302 de metal capa por capa con el haz de electrones, por ejemplo, bajo control informático. El proceso de EBM funde completamente el polvo 302 de metal en una masa sólida de metal homogéneo.

25 El generador de haz láser genera y/o emite un haz láser capaz de fundir el polvo 302 de metal en el objeto 300 hecho de metal. Como un ejemplo general, no limitativo, el generador de haz láser puede ser un sistema láser de fibra de iterbio CW monomodo bombeado por diodo (por ejemplo, 400W o 1000W). Como ejemplo específico no limitativo, el generador de haz láser puede ser un generador de fusión de haz láser comercialmente disponible de SLM Solutions GmbH, Roggenhorster Strasse 9c, 23556 Lübeck, Alemania.

30 Como ejemplo, la operación de fabricación aditiva puede ser un proceso de fusión por láser selectivo ("SLM") que utiliza un haz láser de alta potencia como su fuente de energía. El proceso SLM fabrica el objeto 300 fundiendo el polvo 302 de metal capa por capa con el haz láser, por ejemplo, bajo control informático. El proceso SLM funde completamente el polvo 302 de metal en una masa sólida y homogénea de metal.

35 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y, en particular, por ejemplo, las FIG. 7-13 y 26, la fuente 110 de energía electromagnética está configurada para trasladarse a lo largo del riel 122 lineal en la ruta 254 de recorrido lineal. La ruta 254 de recorrido lineal, a lo largo del riel 122 lineal, tiene una longitud L2 máxima igual o mayor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 3 de la presente divulgación, y el ejemplo 3 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 1 y 2 anteriores.

40 La longitud L2 máxima de la ruta 254 de recorrido lineal que es igual o mayor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares define un alcance máximo (por ejemplo, facilita una mayor cobertura) de la fuente 110 de energía electromagnética para viajar linealmente a través de todo el sistema 250 de coordenadas polares.

Como ejemplo, la traslación lineal (por ejemplo, a lo largo de la ruta 254 de recorrido lineal) de la fuente 110 de energía electromagnética a lo largo del riel 122 lineal mientras que el riel 122 lineal gira o rota en el plano horizontal alrededor del eje vertical A permite el movimiento de la fuente 110 de energía electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares.

45 Como ejemplo, la ruta 254 de recorrido lineal puede pasar a través del eje vertical A. La longitud L2 máxima de la ruta 254 de recorrido lineal es igual o mayor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares permite que la fuente 110 de energía electromagnética se traslade a lo largo de todo el riel 122 lineal a través de la vertical el eje A y una distancia igual o mayor que el radio R. Como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 7, 9, 10 y 12, la longitud L2 máxima de la ruta 254 de recorrido lineal es aproximadamente dos veces el radio R del sistema 250 de coordenadas polares.

55 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 3-21 y 26, como ejemplo, el aparato 110 de fabricación aditiva puede incluir una unidad 150 de fuente de energía electromagnética configurada para trasladar linealmente la fuente 110 de energía electromagnética a lo largo del riel 122 lineal en la ruta 254 de recorrido lineal. Como ejemplo, la fuente 110 de energía electromagnética se puede fijar a la unidad 150 de fuente de energía electromagnética. La unidad 150 de fuente de energía electromagnética se puede acoplar operativamente al riel 122 lineal. El riel 122 lineal puede incluir el primer extremo 212 y el segundo extremo 214 opuestos al primer extremo 212. La unidad 150 de fuente de energía

electromagnética se puede traducir linealmente a lo largo del riel 122 lineal entre el primer extremo 212 próximo (por ejemplo, en o cerca) y el segundo extremo 214 próximo.

5 La unidad 150 de fuente de energía electromagnética puede incluir cualquier mecanismo de unidad adecuado configurado para impulsar el movimiento lineal de la unidad 150 de fuente de energía electromagnética y, por lo tanto, la fuente 110 de energía electromagnética, relativa al riel 122 lineal.

10 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 3-6, 14-21 y 26, la fuente 110 de energía electromagnética está configurada para trasladarse a lo largo del riel 122 lineal en la ruta 254 de recorrido lineal. La ruta 254 de recorrido lineal, a lo largo del riel 122 lineal, tiene una longitud L2 máxima igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 4 de la presente divulgación, y el ejemplo 4 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 1 y 2 anteriores.

15 La longitud L2 máxima de la ruta 254 de recorrido lineal es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares define el alcance máximo de la fuente 110 de energía electromagnética para viajar linealmente a través de aproximadamente la mitad del sistema 250 de coordenadas polares.

20 Como ejemplo, la traslación lineal (por ejemplo, a lo largo de la ruta 254 de recorrido lineal) de la fuente 110 de energía electromagnética a lo largo del riel 122 lineal mientras que el riel 122 lineal gira en el plano horizontal alrededor del eje vertical A permite el movimiento de la fuente 110 de energía electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares.

25 Como ejemplo, la ruta 254 de recorrido lineal no puede pasar a través del eje vertical A. La longitud L2 máxima de la ruta 254 de recorrido lineal es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares permite que la fuente 110 de energía electromagnética se traslade a lo largo del riel 122 lineal una distancia igual o menor que el radio R. Como se ilustra mejor, por ejemplo, en las FIG. 3, 5, 14, 16, 18 y 20, la longitud L2 máxima de la ruta 254 de recorrido lineal es aproximadamente igual o ligeramente menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares.

30 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 7, 9, 10 y 12, la longitud L1 del riel 122 lineal es igual o mayor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 5 de la presente divulgación, y el ejemplo 5 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 1-4 anteriores.

35 La longitud L1 del riel 122 lineal que es igual o mayor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares facilita que la longitud L2 máxima de la ruta 254 de recorrido lineal sea igual o mayor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares.

40 Como ejemplo, la ruta 254 de recorrido lineal puede extenderse desde el primer extremo 212 próximo (por ejemplo, en o cerca) hasta el segundo extremo 214 próximo. En los ejemplos ilustrados en las FIG. 7, 9, 10 y 12, el eje vertical A está situado sustancialmente en un centro del riel 122 lineal entre el primer extremo 212 y el segundo extremo 214 del riel 122 lineal. Como se usa en este documento, "sustancialmente" significa dentro de las tolerancias de fabricación. Como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 7, 9, 10 y 12, la longitud L1 del riel 122 lineal es al menos aproximadamente dos veces el radio R del sistema 250 de coordenadas polares.

45 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 3, 5, 14, 16, 18 y 20, la longitud L1 del riel 122 lineal es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 6 de la presente divulgación, y el ejemplo 6 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 1, 2 y 4 anteriores.

50 La longitud L1 del riel 122 lineal es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares facilita que la longitud L2 máxima de la ruta 254 de recorrido lineal sea igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares.

55 Como ejemplo, la ruta 254 de recorrido lineal puede extenderse desde el primer extremo 212 próximo hasta el segundo extremo 214 próximo. En los ejemplos ilustrados en las FIG. 3, 5, 14, 16, 18 y 20, el eje vertical A está situado cerca del primer extremo 212 del riel 122 lineal. Como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 3, 5, 14, 16, 18 y 20, la longitud L1 del riel 122 lineal es aproximadamente igual al radio R del sistema 250 de coordenadas polares. Los expertos en la técnica reconocerán que la longitud L1 del riel 122 lineal puede ser ligeramente menor que el radio R, dependiendo del diseño estructural del aparato 100 de fabricación aditiva.

60 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 5, 9, 12, 16, 20 y 26, el aparato 100 comprende además el anillo 104 y la unidad 148 periférica. La unidad 148 periférica está acoplada operativamente al anillo 104, se puede mover a lo largo del anillo 104, y está configurada en uno de los rieles 122 lineales giratorios o rotatorios alrededor del eje vertical A. La materia objeto anterior del párrafo presente está de acuerdo con el ejemplo 7 de la presente divulgación, y el ejemplo 7 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 1-6, anteriores.

El anillo 104 proporciona soporte estructural al riel 122 lineal. La unidad 148 periférica interconecta operativamente el riel 122 lineal y el anillo 104 para impulsar el movimiento del riel 122 lineal a lo largo del anillo 104 para girar o rotar el riel 122 lineal alrededor del eje vertical A.

5 Como ejemplo, un radio interno del anillo 104 puede ser al menos igual o mayor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares. El anillo 104 es sustancialmente horizontal y define el plano horizontal en el que el riel 122 lineal gira o rota alrededor del eje vertical A. El eje vertical A está ubicado sustancialmente en el centro del anillo 104.

10 Haciendo referencia en general a las FIG. 5, 9, 12, 16 y 20 y particularmente a, por ejemplo, la FIG. 26, unidad 148 periférica puede incluir cualquier mecanismo de accionamiento adecuado configurado para impulsar el movimiento del riel 122 lineal en relación con el anillo 104. Como ejemplo, la unidad 148 periférica puede enganchar operativamente al menos una porción del anillo 104 y viajar a lo largo del anillo 104 (por ejemplo, en la dirección de las flechas 266). Como ejemplo, la unidad 148 periférica puede viajar a lo largo de una circunferencia interior del anillo 104. Como un ejemplo específico, no limitativo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, la FIG. 26, el anillo 104 puede incluir la pista 146 para guiar la unidad 148 periférica y la unidad 148 periférica puede viajar a lo largo de la pista 146. También se contemplan, sin limitación, otros métodos de acoplamiento operativo de la unidad 148 periférica y el anillo 104 con el fin de impulsar un movimiento giratorio o rotatorio del riel 122 lineal sobre el eje vertical A.

15 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 9 y 12, como ejemplo, la longitud L1 del riel 122 lineal puede ser aproximadamente igual a un diámetro interno del anillo 104. La unidad 148 periférica se puede conectar cerca del primer extremo 212 del riel 122 lineal y acoplarse operativamente al anillo 104. La unidad 148 periférica se puede conectar cerca del segundo extremo 214 del riel 122 lineal y acoplarse operativamente al anillo 104. Las unidades 148 periféricas pueden girar el riel 122 lineal alrededor del eje vertical A.

20 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 5, 18 y 20, como ejemplo, la longitud L1 del riel 122 lineal puede ser aproximadamente igual al radio interno del anillo 104. La unidad 148 periférica se puede conectar cerca del segundo extremo 214 del riel 122 lineal y acoplarse operativamente al anillo 104. La unidad 148 periférica puede girar el riel 122 lineal alrededor del eje vertical A.

25 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, las FIG. 5, 6, 16 y 17, el aparato 100 comprende además un cubo 222 pasivo giratorio alrededor del eje vertical A. El riel 122 lineal está unido al cubo 222 pasivo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 8 de la presente divulgación, y el ejemplo 8 incluye la materia objeto del ejemplo 7 anterior.

30 El cubo 222 pasivo proporciona soporte estructural al riel 122 lineal y permite que el riel 122 lineal gire libremente o rote libremente sobre el eje vertical A en respuesta al movimiento impulsado por la unidad 148 periférica.

35 Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 5 y 16, el cubo 222 pasivo está situado sustancialmente en el centro del anillo 104. El eje vertical A atraviesa sustancialmente un centro de cubo 222 pasivo. El cubo 222 pasivo se puede conectar al soporte 218. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 6 y 17, (por ejemplo, cuando la longitud L2 del riel 122 lineal es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares), el primer extremo 212 del riel 122 lineal está conectado al cubo 222 pasivo. Como un ejemplo (no mostrado), (por ejemplo, cuando la longitud L2 del riel 122 lineal es igual o mayor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares), el riel 122 lineal está conectado al cubo 222 pasivo sustancialmente en el centro del riel 122 lineal.

40 Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 6 y 17, el cubo 222 pasivo puede incluir una porción fija (por ejemplo, la porción superior del cubo 222 pasivo en las figuras 6 y 17) conectado rígidamente y apoyado por el soporte 218. El cubo 222 pasivo puede incluir además una porción giratoria (por ejemplo, la porción inferior del cubo 222 pasivo en las figuras 6 y 17) conectado de manera giratoria a la porción fija. La porción giratoria del cubo 222 pasivo puede ser girada libremente alrededor del eje vertical A con respecto a la porción fija del cubo 222 pasivo. El cubo 222 pasivo puede incluir cualquier conexión adecuada para permitir el movimiento giratorio libre de la porción giratoria con respecto a la porción fija con el fin de facilitar un movimiento giratorio o rotatorio del riel 122 lineal sobre el eje vertical A, por ejemplo, en respuesta a una fuerza motriz aplicada al riel 122 lineal por la unidad 148 periférica.

45 Como ejemplo, el riel 122 lineal se puede conectar a la porción giratoria del cubo 222 pasivo. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 6 y 17 (por ejemplo, cuando la longitud L2 del riel 122 lineal es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares), el primer extremo 212 del riel 122 lineal está conectado a la porción giratoria del cubo 222 pasivo, por ejemplo, a una superficie lateral de la porción giratoria. Como ejemplo (no mostrado), (por ejemplo, cuando la longitud L2 del riel 122 lineal es igual o mayor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares), el riel 122 lineal está conectado a la porción giratoria del cubo 222 pasivo sustancialmente en el centro del riel 122 lineal, por ejemplo, a una superficie inferior de la porción giratoria.

50 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y, en particular, por ejemplo, las FIG. 3, 4, 7, 8, 10-15, 18 y 19, el aparato 100 comprende además la unidad 216 central configurado en uno de los rieles 122 lineales giratorios o rotatorios sobre el eje vertical A. La materia objeto anterior del párrafo presente está de acuerdo con el ejemplo 9 de la presente divulgación, y el ejemplo 9 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 1-7, anteriores.

La unidad 216 central proporciona soporte estructural al riel 122 lineal e impulsa un movimiento giratorio o rotatorio del riel 122 lineal sobre el eje vertical A.

Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 3, 7 y 14, la unidad 216 central está ubicada sustancialmente en el centro del sistema 250 de coordenadas polares. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 10, 12 y 18, la unidad 216 central está ubicada sustancialmente en el centro del anillo 104. El eje vertical atraviesa sustancialmente un centro de la unidad 216 central. La unidad 216 central se puede conectar al soporte 218. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 3, 14 y 18, (por ejemplo, cuando la longitud L2 del riel 122 lineal es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares), el primer extremo 212 del riel 122 lineal está conectado a la unidad 216 central. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 7, 10 y 12, (por ejemplo, cuando la longitud L2 del riel 122 lineal es igual o superior al radio R del sistema 250 de coordenadas polares), el riel 122 lineal está conectado a la unidad 216 central sustancialmente en el centro del riel 122 lineal.

Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 4, 8, 11, 13, 15 y 19, la unidad 216 central puede incluir una porción fija (por ejemplo, la porción superior de la unidad 216 central en las figuras 4, 8, 11, 13, 15 y 19) conectada rígidamente y apoyada por un soporte 218. La unidad 216 central puede incluir además una porción giratoria (por ejemplo, la porción inferior de la unidad central en las figuras 4, 8, 11, 13, 15 y 19) conectada de manera giratoria a la porción fija. La porción giratoria de la unidad 216 central puede ser impulsada de forma giratoria alrededor del eje vertical A con respecto a la porción fija de la unidad 216 central. La unidad 216 central puede incluir cualquier mecanismo de accionamiento adecuado para permitir el movimiento giratorio impulsado de la porción giratoria con respecto a la porción fija con el fin de girar o rotar el riel 122 lineal alrededor del eje vertical A.

Como un ejemplo, el riel 122 lineal se puede conectar a la porción giratoria de la unidad 216 central. Como un ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 4, 15 y 19 (por ejemplo, cuando la longitud L2 del riel 122 lineal es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares), el primer extremo 212 del riel 122 lineal está conectado a la porción giratoria de la unidad 216 central, por ejemplo, a una superficie lateral de porción giratoria. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 8, 11 y 13 (por ejemplo, cuando la longitud L2 del riel 122 lineal es igual o mayor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares), el riel 122 lineal está conectado a la porción giratoria de la unidad 216 central sustancialmente en el centro del riel 122 lineal, por ejemplo, a una superficie inferior de la porción giratoria.

Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 3, 7, 14, la unidad 216 central soporta el riel 122 lineal y facilita el movimiento giratorio o rotatorio del riel 122 lineal sobre el eje vertical A. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en, por ejemplo, la FIG. 12, la unidad 216 central y la unidad 148 periférica funcionan conjuntamente para soportar el riel 122 lineal y facilitan el movimiento giratorio o rotatorio del riel 122 lineal sobre el eje vertical A.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y, en particular, por ejemplo, las FIG. 10 y 18, el aparato 100 comprende además el anillo 104 y el soporte 226 pasivo periférico. El soporte 226 pasivo periférico está fijo al riel 122 lineal y está acoplado de manera móvil al anillo 104. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 10 de la presente divulgación, y el ejemplo 10 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 1-6 anteriores.

El soporte 226 pasivo periférico interconecta el riel 122 lineal y el anillo 104 y permite el movimiento libre del riel 122 lineal a lo largo del anillo 104 durante uno de los movimientos giratorios o rotatorios del riel 122 lineal sobre el eje vertical A.

Como ejemplo, el soporte 226 pasivo periférico se acopla de manera móvil al menos a una parte del anillo 104 y se desplaza a lo largo del anillo 104 (por ejemplo, en la dirección de las flechas 266). Como ejemplo, el soporte 226 pasivo periférico puede desplazarse libremente a lo largo de una circunferencia interior del anillo 104. Como ejemplo específico, no limitativo, el soporte 226 pasivo periférico puede guiarse y desplazarse libremente a lo largo de la pista 146 del anillo 104 (figura 26). También se contemplan, sin limitación, otros métodos para acoplar de manera móvil el soporte 226 pasivo periférico y el anillo 104 con el fin de permitir un movimiento giratorio o rotatorio del riel 122 lineal sobre el eje vertical A.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, las figuras 10, 11, 18 y 19, el aparato 100 comprende además una unidad 216 central configurada para uno de los rieles 122 giratorios o rotatorios alrededor del eje vertical A. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 11 de la presente divulgación, y el ejemplo 11 incluye la materia objeto del ejemplo 10, anterior.

Como ejemplo, y como se ilustra mejor en las FIG. 10 y 18, la unidad 216 central y el soporte 226 pasivo periférico funcionan conjuntamente para soportar el riel 122 lineal y facilitan el movimiento giratorio o rotatorio del riel 122 lineal sobre el eje vertical A.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y, en particular, por ejemplo, las FIG. 22-25, 27, 28, 30, 36 y 38-42, el aparato 100 comprende además una plataforma 106 de construcción móvil verticalmente con relación a la fuente 110 de energía electromagnética. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 12 de la presente divulgación, y el ejemplo 12 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 1-11 anteriores.

La plataforma 106 de construcción proporciona una superficie de construcción para el soporte de polvo 302 de metal y objeto 300, fabricados de forma aditiva a partir de ellos. El movimiento vertical de la plataforma 106 de construcción (por ejemplo, en la dirección de la flecha 246) (FIG. 23) con respecto a la fuente 110 de energía electromagnética facilita la estratificación sucesiva del polvo 302 de metal sobre la plataforma 106 de construcción.

5 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 39-42, como ejemplo, durante la operación de fabricación aditiva (por ejemplo, el método 500 de las figuras 43A y 43B), la plataforma 106 de construcción puede colocarse a una distancia vertical D1 de la fuente 110 de energía electromagnética. El primer estrato 230 del polvo 302 de metal se puede distribuir sobre la plataforma 106 de construcción. La energía 306 electromagnética (figura 40) puede fundir una porción seleccionada de polvo 302 de metal del primer estrato 230 para formar la primera capa 304 del objeto 300. La plataforma 106 de construcción puede alejarse verticalmente de la fuente 110 de energía electromagnética a la distancia vertical D2. El segundo estrato 232 de polvo 302 de metal se puede distribuir sobre la plataforma 106 de construcción. La energía 306 electromagnética (figura 42) puede fundir una porción seleccionada de polvo 302 de metal del segundo estrato 232 para formar la segunda capa 305 del objeto 300.

15 Cada capa sucesiva (por ejemplo, la capa adicional 310) del objeto 300 puede formarse sobre una capa precedente para formar una masa sólida y homogénea de metal para formar el objeto 300. En consecuencia, los expertos en la técnica reconocerán que la línea discontinua que separa la primera capa 304 y la segunda capa 305 (por ejemplo, la capa adicional 310) en la FIG. 42 tiene el único propósito de ilustrar la operación de fabricación aditiva y no implica ninguna separación entre las capas que forman el objeto 300.

20 La plataforma 106 de construcción se aleja verticalmente de la fuente 110 de energía electromagnética y la diferencia entre la distancia vertical D2 y la distancia vertical D1 define un grosor de cada estrato y, por lo tanto, un grosor de cada capa.

25 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 22-25, 30, 36 y 38, como ejemplo, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir una unidad 140 lineal de plataforma de construcción configurada para mover verticalmente la plataforma 106 de construcción en relación con la fuente 110 de energía electromagnética. La unidad 140 lineal de plataforma de construcción puede estar conectada a la plataforma 106 de construcción. Como ejemplo, la unidad 140 lineal de plataforma de construcción puede conectarse sustancialmente a un centro de una superficie inferior de la plataforma 106 de construcción. El eje vertical A puede pasar a través de sustancialmente un centro de una unidad 140 lineal de plataforma de construcción.

30 La unidad 140 lineal de la plataforma de construcción puede incluir cualquier mecanismo de accionamiento lineal adecuado o accionador lineal configurado para impulsar el movimiento lineal (por ejemplo, vertical) de la plataforma 106 de construcción en relación con la fuente 110 de energía electromagnética.

35 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, las figuras 22-25, 30 y 36, el aparato 100 comprende además una base 102. La plataforma 106 de construcción es móvil verticalmente con relación a la base 102. La materia objeto del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 13 de la presente divulgación, y el ejemplo 13 incluye la materia objeto del ejemplo 12, anterior.

La base 102 proporciona soporte estructural para la plataforma 106 de construcción, riel 122 lineal, soporte 218 y/o anillo 104. El movimiento vertical de la plataforma 106 de construcción en relación con la base 102 facilita la colocación sucesiva de capas durante la fabricación aditiva del objeto 300.

40 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 22-25, 30 y 36, como un ejemplo, la base 102 puede soportar la plataforma 106 de construcción. Como ejemplo, la base 102 puede soportar la unidad 140 lineal de plataforma de construcción. Como ejemplo, la unidad 140 lineal de plataforma de construcción se puede acoplar a la base 102. Como ejemplo, la unidad 140 lineal de plataforma de construcción puede extenderse y retraerse dentro de la base 102.

45 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 22-25, 30, 33, 34 y 36, como ejemplo, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir la plataforma 234 de base. La plataforma 234 de base puede estar separada verticalmente de la base 102. La plataforma 234 de base puede soportar el anillo 104 y/o el soporte 218.

50 Como ejemplo, y como se ilustra mejor en las FIG. 22-26, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir pilones 144 de soporte conectados a la plataforma 234 de base. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en las FIG. 22-26, el anillo 104 puede estar conectado y apoyado por los pilones 144 de soporte. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en las FIG. 5, 10, 12, 16, 18, el soporte 218 puede estar conectado y apoyado por el anillo 104. El soporte 218 se puede conectar al anillo 104 de una manera adecuada para no interferir con el movimiento del riel 122 lineal en relación con el anillo 104. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en la FIG. 34, el soporte 218 puede estar conectado y apoyado por los pilones 144 de soporte.

55 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 23, 26 y 34, como ejemplo, la fuente 110 de energía electromagnética puede moverse verticalmente con relación a la base 102, la plataforma 234 de base y/o la plataforma 106 de construcción (por ejemplo, linealmente en la dirección de la flecha 236). La fuente 110 de energía electromagnética puede moverse verticalmente a una distancia suficiente para distribuir el polvo 302 de metal (FIG. 23) sobre la plataforma 106 de construcción.

- 5 Como ejemplo, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir además una unidad 118 de riel lineal. La unidad 118 de riel lineal se puede configurar para mover verticalmente el riel 122 lineal y, por lo tanto, la fuente 110 de energía electromagnética (por ejemplo, linealmente en la dirección de la flecha 236). Como ejemplo, y como se ilustra mejor en las FIG. 22-26, la unidad 118 de riel lineal puede estar acoplada operativamente al anillo 104 y mover verticalmente el anillo 104 con relación a la base 102, la plataforma 234 de base y/o la plataforma 106 de construcción. Como ejemplo, y como se ilustra mejor en la FIG. 34, la unidad 118 de riel lineal puede estar acoplada operativamente al soporte 218 y mover verticalmente el soporte 218 con relación a la base 102, la plataforma 234 de base y/o la plataforma 106 de construcción.
- 10 Como ejemplo, la unidad 118 del riel lineal puede incluir cualquier mecanismo de accionamiento adecuado configurado para impulsar el movimiento vertical del anillo 104 o el soporte 218 y, por lo tanto, el riel 122 lineal y la fuente 110 de energía electromagnética, con relación a la base 102, la plataforma 234 de base y/o la plataforma 106 de construcción. Como ejemplo, la unidad 118 de riel lineal puede estar acoplada para soportar el pilón 144. Como ejemplo, la unidad 118 de riel lineal puede ser integral para soportar el pilón 144.
- 15 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 25, 27 y 29, el aparato 100 comprende además un aparato 116 de acondicionamiento superficial. La plataforma 106 de construcción puede moverse de manera giratoria con relación al aparato 116 de acondicionamiento superficial. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 14 de la presente divulgación, y el ejemplo 14 incluye la materia objeto del ejemplo 13, anterior.
- 20 El aparato 116 de acondicionamiento superficial realiza una o más operaciones de acondicionamiento superficial (por ejemplo, procesamiento superficial) en al menos una porción 238 superficial exterior del objeto 300 (FIG. 25) después de la fabricación aditiva y mientras que el objeto 300 está ubicado en la plataforma 106 de construcción. La plataforma 106 de construcción que se mueve de manera giratoria gira el objeto 300 con relación al aparato 116 de acondicionamiento superficial para facilitar el posicionamiento de diferentes porciones superficial 238 exterior cerca del aparato 116 de acondicionamiento superficial durante la operación de acondicionamiento superficial.
- 25 Como ejemplo, el aparato 116 de acondicionamiento superficial puede ubicarse cerca superficial 238 exterior del objeto 300. Después de la fabricación aditiva del objeto 300 (por ejemplo, formando la primera capa 304 y las capas 310 adicionales), el aparato 116 de acondicionamiento superficial puede acoplarse operativamente a una porción seleccionada superficial 238 exterior del objeto 300. La porción seleccionada superficial 238 exterior puede ser la porción 238 superficial exterior alineada con el aparato 100 de acondicionamiento superficial en una orientación de rotación dada del objeto 300. Por lo tanto, la parte seleccionada superficial 238 exterior puede cambiar con la rotación del objeto 300.
- 30 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 25 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial se fija verticalmente con relación a la base 102. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 15 de la presente divulgación, y el ejemplo 15 incluye la materia objeto del ejemplo 14, anterior.
- 35 La fijación del aparato 116 de acondicionamiento superficial con relación a la base 102 facilita el posicionamiento de diferentes porciones superficial 238 exterior del objeto 300 cerca del aparato 116 de acondicionamiento superficial moviendo verticalmente la plataforma 106 de construcción con relación a la base 102.
- 40 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 25, 27 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial se puede mover verticalmente con relación a la base 102. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 16 de la presente divulgación, y el ejemplo 16 incluye la materia objeto del ejemplo 14 anterior.
- 45 El aparato 116 de acondicionamiento superficial que se mueve verticalmente con relación a la base 102 facilita el posicionamiento de diferentes porciones superficial 238 exterior del objeto 300 próxima al aparato 116 de acondicionamiento superficial mediante al menos una plataforma 106 de construcción que se mueve verticalmente con relación a la base 102 y/o el aparato 116 de acondicionamiento superficial que se mueve verticalmente con relación a la base 102.
- 50 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 25 y 27, como ejemplo, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir además la unidad 156 vertical del aparato de acondicionamiento superficial. La unidad 156 vertical del aparato de acondicionamiento superficial puede configurarse para mover verticalmente el aparato 116 de acondicionamiento superficial (por ejemplo, linealmente en la dirección de la flecha 240). Como ejemplo, el aparato 116 de acondicionamiento superficial se puede acoplar operativamente a la unidad 156 vertical de aparato de acondicionamiento superficial.
- 55 Como ejemplo, la unidad 156 vertical del aparato de acondicionamiento superficial puede incluir cualquier mecanismo de unidad adecuada para impulsar el movimiento vertical del aparato 116 de acondicionamiento superficial con relación a la base 102.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 25, 27 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial se puede mover horizontalmente con relación a la base 102. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 17 de la presente divulgación, y el ejemplo 17 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 14-16 anteriores.

- 5 El aparato 116 de acondicionamiento superficial que se mueve horizontalmente con relación a la base 102 facilita el posicionamiento del aparato 116 de acondicionamiento superficial en diferentes posiciones con respecto a la superficie 238 exterior del objeto 300.

Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 25 y 27, como un ejemplo, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir además una unidad 158 horizontal del aparato de acondicionamiento superficial. La unidad 158 horizontal del aparato de acondicionamiento superficial puede configurarse para mover horizontalmente el aparato 116 de acondicionamiento superficial (por ejemplo, linealmente en la dirección de la flecha 242). Como ejemplo, el aparato 116 de acondicionamiento superficial puede estar acoplado operativamente a la unidad 158 horizontal del aparato de acondicionamiento superficial. Como ejemplo, la unidad 158 horizontal del aparato de acondicionamiento superficial puede estar acoplado operativamente a la unidad 156 vertical de aparato de acondicionamiento superficial.

- 10  
15 Como ejemplo, el aparato 116 de acondicionamiento superficial se puede mover horizontalmente a una posición próxima a la superficie 238 exterior del objeto 300. Como ejemplo, el aparato 116 de acondicionamiento superficial se puede mover horizontalmente a una posición separada superficial 238 exterior del objeto 300. Como ejemplo, el aparato 116 de acondicionamiento superficial se puede mover horizontalmente a una posición en contacto con la superficie 238 exterior del objeto 300.
- 20 Como ejemplo, la unidad 158 horizontal del aparato de acondicionamiento superficial puede incluir cualquier mecanismo de accionamiento adecuado para impulsar el movimiento horizontal del aparato 116 de acondicionamiento superficial con relación a la base 102.

- 25 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 25, 27 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial comprende una máquina de granallado. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 18 de la presente divulgación, y el ejemplo 18 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 14-17 anteriores.

- 30 El granallado resulta en una mejora de la resistencia a la fatiga de al menos una porción del objeto 300 que está sometida a altas tensiones alternas. Como ejemplo específico no limitativo, la máquina de granallado puede ser un sistema de granallado a gran escala, por ejemplo, comercialmente disponible en Guyson Corporation de los EE. UU., 13 Grande Boulevard, Saratoga Springs, New York 12866. Como otro ejemplo específico, no limitativo, la máquina de granallado puede ser un sistema de granallado a pequeña escala, por ejemplo, disponible comercialmente de Blast Pro Mfg. Inc., 6021 Melrose Lane, Oklahoma City, Oklahoma 73127.

- 35 Como ejemplo, el objeto 300 de granallado (por ejemplo, la superficie 238 exterior del objeto 300) produce una capa de tensión residual compresiva y/o modifica las propiedades mecánicas del objeto 300. Como un ejemplo, la máquina de granallado puede impactar la superficie 238 exterior del objeto con disparo (por ejemplo, partículas metálicas, de vidrio o cerámicas redondas) con suficiente fuerza para crear deformación plástica.

- 40 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, a, por ejemplo, las FIG. 25, 27 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial comprende una máquina de rectificar. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 19 de la presente divulgación, y el ejemplo 19 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 14-18 anteriores.

El rectificado nivela al menos una porción 238 superficial exterior sobre el objeto 300 (por ejemplo, después de un proceso de granallado) para reducir la resistencia cuando el aire fluye sobre el objeto 300. Como un ejemplo específico, no limitativo, la máquina de rectificar puede ser una rectificadora superficial automática, por ejemplo, disponible comercialmente de Willis Machinery and Tools, 4545 South Avenue, Toledo, Ohio 43615.

- 45 Como ejemplo, el objeto 300 de rectificado (por ejemplo, la superficie 238 exterior del objeto 300) puede aplanar y/o formar una porción 238 superficial exterior del objeto 300. Como ejemplo, la máquina de pulir puede incluir una rueda motorizada (por ejemplo, giratoria) cubierta de partículas gruesas (por ejemplo, una rueda de pulir) capaz de cortar o eliminar material del objeto 300, haciendo que la superficie 238 exterior sea plana.

- 50 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 25, 27 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial comprende una máquina lijadora. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 20 de la presente divulgación, y el ejemplo 20 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 14-19 anteriores.

- 55 El lijado suaviza al menos una porción superficial 238 exterior del objeto 300 para producir una superficie metálica lisa (por ejemplo, después de los procesos de granallado y/o rectificado y en preparación para el pintado). Como ejemplo específico no limitativo, la máquina de lijar puede ser una máquina de lijar de banda ancha, por ejemplo, disponible comercialmente de Houfek a.s., Obora 797, 582 82 Golcuv Jeníkov, República Checa.

El objeto de lijado 300 (por ejemplo, la superficie 238 exterior del objeto 300) puede alisar y/o terminar una porción 238 superficial exterior del objeto 300. Como ejemplo, la máquina lijadora puede incluir una lijadora abrasiva eléctrica (por ejemplo, giratoria, vibrante, etc.) capaz de raspar, rayar, desgastar, estropear o frotar el material del objeto 300, haciendo que la superficie 238 exterior sea suave.

5 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, las figuras 25, 27 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial comprende una máquina de granallado. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 21 de la presente divulgación, y el ejemplo 21 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 14-20 anteriores.

10 El granallado resulta en mejorar la resistencia a la fatiga de al menos una porción del objeto 300 que está sometido a altas tensiones alternas. Como un ejemplo general, no limitativo, la máquina de granallado puede ser un sistema de rotogranallado. Como otro ejemplo general, no limitativo, la máquina de granallado puede ser un sistema de granallado láser.

15 Como ejemplo, el objeto 300 de granallado (por ejemplo, la superficie 238 exterior del objeto 300) puede trabajar (por ejemplo, trabajo en frío) la superficie 238 exterior del objeto 300 para mejorar las propiedades del material del objeto 300. Como ejemplo, la máquina granalladora puede impactar la superficie 238 exterior del objeto 300 con golpes de martillo, rayos láser (por ejemplo, granallado láser) o similares para inducir tensiones compresivas, aliviar tensiones de tracción y/o fomentar el endurecimiento por deformación del objeto 300.

20 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 25, 27 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial comprende una máquina de chorro abrasivo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 22 de la presente divulgación, y el ejemplo 22 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 14-21 anteriores.

25 El chorro abrasivo suaviza y termina al menos una porción 238 superficial exterior del objeto 300 (por ejemplo, después del proceso de granallado y/o rectificado y en la preparación del pintado). Como un ejemplo específico, no limitativo, la máquina de chorro abrasivo puede ser un sistema de chorro a presión, por ejemplo, disponible comercialmente de Empire Blasting Equipment, 2101 W. Cabot Boulevard, Langhorne, Pennsylvania. 19047.

30 Como ejemplo, el objeto 300 de chorro abrasivo (por ejemplo, la superficie 238 exterior del objeto 300) puede alisar una porción de la superficie 238 exterior, raspar (por ejemplo, formar una textura superficial) una porción de la superficie 238 exterior, formar una porción de la superficie 238 exterior y/o eliminar contaminantes de la superficie 238 exterior. Como ejemplo, la máquina de chorro abrasivo puede propulsar por la fuerza una corriente de material abrasivo (por ejemplo, óxido de aluminio o similar) contra la superficie 238 exterior a alta presión (por ejemplo, aproximadamente entre 15 PSI y 50 PSI) adecuada para suavizar la superficie 238 exterior.

35 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 25, 27 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial comprende una máquina pulidora. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 23 de la presente divulgación, y el ejemplo 23 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 14-22 anteriores.

El pulido alisa y termina al menos una porción 238 superficial exterior del objeto 300 (por ejemplo, después de los procesos de granallado y/o rectificado y en la preparación de la pintada). Como un ejemplo específico, no limitativo, la máquina de pulido puede ser un sistema de pulido abrasivo, por ejemplo, disponible comercialmente de Precision Surface International, Inc., 922 Ashland Street, Houston, Texas. 77008.

40 Como ejemplo, el objeto 300 de pulido (por ejemplo, la superficie 238 exterior del objeto 300) puede alisar y/o brillar una porción 238 superficial exterior del objeto 300. Como ejemplo, la máquina pulidora puede incluir una rueda, correa o tela pulidora eléctrica para frotar, desgastar y/o pulir una porción de la superficie 238 exterior o una combinación de fuerzas químicas y mecánicas (por ejemplo, grabado químico).

45 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, las figuras 25, 27 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial comprende una máquina de corte. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 24 de la presente divulgación, y el ejemplo 24 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 14-23 anteriores.

50 Cortar el objeto 300 con formas (por ejemplo, para producción final y/o ensamblaje a otro objeto). Como un ejemplo general, no limitativo, la máquina de corte puede ser un sistema de corte por láser. Como ejemplo específico, no limitativo, la máquina de corte puede ser un sistema de corte láser de CO<sub>2</sub>, un sistema de corte láser de neodimio (Nd) o un sistema de corte láser de neodimio itrio-aluminio-granate (Nd-YAG), por ejemplo, comercialmente disponible en System & Parts Engineering, Eunon Avenue 7, Block 1082, # 01-174, Singapur.

55 Como ejemplo, el objeto 300 de corte (por ejemplo, la superficie 238 exterior del objeto 300) puede cortar y/o formar una porción de la superficie 238 exterior del objeto 300. Como ejemplo, la máquina de corte puede incluir un cortador motorizado capaz de cortar o eliminar material del objeto 300.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 25, 27 y 29, el aparato 116 de acondicionamiento superficial comprende una máquina de recubrimiento. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 25 de la presente divulgación, y el ejemplo 25 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 14-24 anteriores.

- 5 El recubrimiento aplica uno o más tipos de recubrimientos a la superficie 238 exterior del objeto 300. Como ejemplo específico no limitativo, la máquina de recubrimiento puede ser un sistema de recubrimiento en polvo, por ejemplo, disponible en el mercado en Powder-X Coating Systems, 7404 Highway 43, Florence, Alabama 35634.

10 Como ejemplo, el objeto 300 de recubrimiento (por ejemplo, la superficie 238 exterior del objeto 300) puede aplicar un recubrimiento decorativo, un recubrimiento funcional, o ambos un recubrimiento que sea decorativo y funcional a la superficie 238 exterior del objeto 300. Como ejemplo, la máquina de recubrimiento puede incluir un aparato de depósito de material (por ejemplo, un pulverizador, un rodillo, un cepillo, etc.) capaz de depositar un material decorativo (por ejemplo, pintura, laca, etc.) y/o un material funcional (por ejemplo, un material adhesivo, un material resistente a la corrosión, un material resistente al desgaste, un material impermeable, un material antirreflectante, un material absorbente de luz ultravioleta, etc.) a una porción de la superficie 238 exterior del objeto 300.

15 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 22-25, 27, 28, 30, 31, 34 y 36, el aparato 100 comprende además un compartimento 138 de contención de polvo configurado para contener polvo 302 de metal y que tiene un volumen 108 de lecho de polvo. La plataforma 106 de construcción delimita, al menos parcialmente, el volumen 108 del lecho de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 26 de la presente divulgación, y el ejemplo 26 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 12-25 anteriores.

El compartimento 138 de contención de polvo define al menos una parte del volumen 108 del lecho de polvo (por ejemplo, delimita al menos parcialmente el volumen 108 del lecho de polvo). El polvo 302 de metal está contenido en el compartimento 138 de contención de polvo cuando se deposita sobre la plataforma 106 de construcción.

25 Como ejemplo, el compartimento 138 de contención de polvo puede incluir una pared lateral 244 que se extiende desde la base 102 hasta la plataforma 234 de base. La plataforma 106 de construcción y la unidad 140 lineal de la plataforma de construcción pueden ubicarse dentro del compartimento 138 de contención de polvo.

30 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 30 y 38, la plataforma 106 de construcción comprende un respiradero 174 de eliminación de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 27 de la presente divulgación, y el ejemplo 27 incluye la materia objeto del ejemplo 26, anterior.

Una vez que se completa la fabricación aditiva del objeto 300, puede ser necesario retirar el polvo 302 de metal del volumen 108 del lecho de polvo para eliminar el objeto 300 completado. El respiradero 174 de eliminación de polvo facilita la eliminación de al menos una porción del polvo 302 de metal contenido dentro del volumen 108 del lecho de polvo (por ejemplo, definido por el compartimento 138 de contención de polvo y la plataforma 106 de construcción).

35 Como ejemplo, el respiradero 174 de eliminación de polvo define un paso (por ejemplo, una abertura de salida) a través de la plataforma 106 de construcción para la descarga de polvo 302 de metal del volumen 108 de lecho de polvo. El respiradero 174 de eliminación de polvo puede cerrarse para mantener el polvo 302 de metal en la plataforma 106 de construcción y dentro del compartimento 138 de contención de polvo. El respiradero 174 de eliminación de polvo se puede abrir para permitir que el polvo 302 de metal se descargue del volumen 108 del lecho de polvo.

40 Como ejemplo, el respiradero 174 de eliminación de polvo puede incluir cualquier mecanismo de cierre adecuado (por ejemplo, persianas, puerta retráctil, etc.) móvil entre una configuración cerrada para sellar el volumen 108 del lecho de polvo y una posición abierta para la descarga del polvo 302 de metal del volumen 108 del lecho de polvo.

45 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y particularmente a, por ejemplo, la FIG. 30, el aparato 100 comprende además un mecanismo 176 de vibración acoplado operativamente para construir la plataforma 106. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 28 de la presente divulgación, y el ejemplo 28 incluye la materia objeto del ejemplo 27 anterior.

El mecanismo 176 de vibración facilita la ruptura y/o desalojo del polvo 302 de metal empaquetado o agrupado dentro del volumen 108 del lecho de polvo.

50 Como ejemplo, el mecanismo 176 de vibración puede incluir cualquier dispositivo mecánico adecuado capaz de generar vibraciones. Las vibraciones producidas por el mecanismo 176 de vibración pueden transferirse a través de la plataforma 106 de construcción y al polvo 302 de metal contenido dentro del volumen 108 del lecho de polvo. El polvo 302 de metal, en particular el polvo 302 de metal próximo a la plataforma 106 de construcción, puede empacarse o agruparse apretadamente. Las vibraciones pueden facilitar la ruptura del polvo 302 metálico empaquetado o agrupado y/o el paso del polvo 302 de metal a través del respiradero de eliminación de polvo 174, por ejemplo, antes o durante la eliminación del polvo 302 de metal del volumen 108 del lecho de polvo a través del respiradero de eliminación de polvo 174.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, a las FIG. 30 y 38, el aparato 100 comprende además el colector 178 que se extiende hacia abajo desde la plataforma 106 de construcción. El colector 178 está en comunicación selectiva con el volumen 108 de lecho de polvo a través del respiradero de eliminación de polvo 174. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 29 de la presente divulgación, y el ejemplo 29 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 27-28 anteriores.

El polvo 302 de metal descargado a través del respiradero 174 de eliminación de polvo se acumula dentro del colector 178 para su eliminación o reciclaje.

Como ejemplo, el colector 178 puede ser un cuerpo en forma de embudo u otro conducto conectado a la plataforma 106 de construcción y en comunicación selectiva con el respiradero 174 de eliminación de polvo (por ejemplo, cuando se abre el respiradero 174 de eliminación de polvo) para transportar el polvo 302 de metal desde el volumen 108 del lecho de polvo.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 22-25, 30 y 36, la plataforma 106 de construcción se puede mover verticalmente dentro del compartimiento 138 de contención de polvo y el volumen 108 del lecho de polvo es variable. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 30 de la presente divulgación, y el ejemplo 30 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 26-29 anteriores.

La plataforma 106 de construcción que se mueve verticalmente dentro del compartimiento 138 del lecho de polvo varía el volumen 108 del lecho de polvo.

Como ejemplo, y como se ilustra mejor en la FIG. 23, a medida que la plataforma 106 de construcción se mueve verticalmente (por ejemplo, en la dirección de la flecha 246) alejándose de la fuente 110 de energía electromagnética y/o hacia la base 102, el volumen 108 del lecho de polvo puede aumentar, facilitando así la distribución de polvo 302 metálico adicional y la formación de capa 310 del objeto 300.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 24 y 25, el aparato 100 comprende además un aparato 126 de eliminación de polvo configurado para eliminar el polvo 302 de metal del compartimiento 138 de contención de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 31 de la presente divulgación, y el ejemplo 31 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 26-30 anteriores.

El aparato 126 de eliminación de polvo facilita la eliminación del polvo 302 de metal del compartimiento 138 de contención de polvo para su eliminación o reciclaje.

Como ejemplo, el aparato 126 de eliminación de polvo puede estar en comunicación selectiva con el compartimiento 138 de contención de polvo y/o el colector 178.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 23, 24, 25 y 28-30, el aparato 126 de eliminación de polvo comprende un primer subsistema 128 de eliminación de polvo movable entre una primera ubicación lateralmente exterior del compartimiento 138 de contención de polvo y una segunda ubicación lateralmente interior del compartimiento 138 de contención de polvo. El aparato de eliminación de polvo comprende además un segundo subsistema 130 de eliminación de polvo situado lateralmente dentro del compartimiento 138 de contención de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 32 de la presente divulgación, y el ejemplo 32 incluye la materia objeto del ejemplo 31 anterior.

El primer subsistema 128 de eliminación de polvo facilita la eliminación del polvo 302 de metal (FIG. 23) acumulado dentro del compartimiento 138 de contención de polvo entre el objeto 300 y la pared lateral 244. El segundo subsistema 130 de eliminación de polvo facilita la eliminación del polvo 302 de metal acumulado dentro del compartimiento de contención de polvo dentro del objeto 300.

Como ejemplo, y como se ilustra mejor en las FIG. 28 y 29, el compartimiento 138 de contención de polvo puede incluir la primera puerta 164 del subsistema de eliminación de polvo. La primera puerta 164 del subsistema de eliminación de polvo puede abrirse para permitir que el primer subsistema 128 de eliminación de polvo entre en el compartimiento 138 de contención de polvo (por ejemplo, para moverse hacia la segunda ubicación lateralmente interior del compartimiento 138 de contención de polvo). Como ejemplo, la primera puerta 164 del subsistema de eliminación de polvo puede retraerse dentro de la pared lateral 244 del compartimiento 138 de contención de polvo.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 28 y 29, el primer subsistema 128 de eliminación de polvo se puede mover verticalmente con relación al compartimiento 138 de contención de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 33 de la presente divulgación, y el ejemplo 33 incluye la materia objeto del ejemplo 32 anterior.

El movimiento vertical del primer subsistema 128 de eliminación de polvo en relación con el compartimiento 138 de contención de polvo facilita la eliminación del polvo 302 de metal de diversas ubicaciones verticales dentro del compartimiento 138 de contención de polvo.

- 5 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 28 y 29, como ejemplo, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir además la primera unidad 160 vertical del subsistema de eliminación de polvo. La primera unidad 160 vertical del subsistema de eliminación de polvo puede configurarse para mover verticalmente el primer subsistema 128 de eliminación de polvo (por ejemplo, linealmente en la dirección de la flecha 248). Como ejemplo, el primer subsistema 128 de eliminación de polvo puede estar acoplado operativamente a la primera unidad 160 vertical del subsistema de eliminación de polvo.
- Como ejemplo, la primera unidad 160 vertical del subsistema de eliminación de polvo puede incluir cualquier mecanismo de accionamiento adecuado para impulsar el movimiento vertical del primer subsistema 128 de eliminación de polvo en relación con el compartimento 138 de contención de polvo.
- 10 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, las FIG. 28 y 29, el primer subsistema 128 de eliminación de polvo se puede mover horizontalmente en relación con el compartimento 138 de contención de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 34 de la presente divulgación, y el ejemplo 34 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 32-33 anteriores.
- 15 El movimiento horizontal del primer subsistema 128 de eliminación de polvo en relación con el compartimento 138 de contención de polvo facilita la eliminación del polvo 302 de metal de diversas ubicaciones horizontales dentro del compartimento 138 de contención de polvo.
- Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 28 y 29, como un ejemplo, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir además la primera unidad 162 horizontal del subsistema de eliminación de polvo. La primera unidad 162 horizontal del subsistema de eliminación de polvo puede configurarse para mover horizontalmente el primer subsistema 128 de eliminación de polvo (por ejemplo, linealmente en la dirección de la flecha 312). Como un ejemplo, el primer subsistema 128 de eliminación de polvo puede estar acoplado operativamente a la primera unidad 162 horizontal del subsistema de eliminación de polvo. Como un ejemplo, la primera unidad 162 horizontal del subsistema de eliminación de polvo puede estar acoplada operativamente a la primera unidad 162 vertical del subsistema de eliminación de polvo.
- 20 Como ejemplo, la primera unidad 162 horizontal del subsistema de eliminación de polvo puede incluir cualquier mecanismo de accionamiento adecuado para impulsar el movimiento horizontal del primer subsistema 128 de eliminación de polvo con relación al compartimento 138 de contención de polvo.
- 25 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y particularmente a, por ejemplo, la FIG. 28, el primer subsistema 128 de eliminación de polvo comprende una fuente 168 de vacío. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 35 de la presente divulgación, y el ejemplo 35 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 32-34 anteriores.
- 30 La fuente 168 de vacío genera una succión capaz de eliminar (por ejemplo, succionar) el polvo 302 de metal del compartimento 138 de contención de polvo, por ejemplo, el polvo 302 de metal acumulado entre el objeto 300 y la pared lateral 244.
- Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y particularmente a, por ejemplo, la FIG. 28, el primer subsistema 128 de eliminación de polvo comprende una fuente 170 de fluido a presión. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 36 de la presente divulgación, y el ejemplo 36 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 32-35 anteriores.
- 35 La fuente 170 de fluido a presión genera un flujo de fluido a presión (por ejemplo, aire a presión) capaz de soplar y/o expulsar polvo 302 de metal dentro del compartimento 138 de contención de polvo, por ejemplo, polvo 302 de metal acumulado entre el objeto 300 y la pared lateral 244.
- 40 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, a las FIG. 29 y 30, el segundo subsistema 130 de eliminación de polvo está situado centralmente dentro del compartimento 138 de contención de polvo. La plataforma 106 de construcción es movable verticalmente con relación al segundo subsistema 130 de eliminación de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 37 de la presente divulgación, y el ejemplo 37 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 32-36 anteriores.
- 45 El movimiento vertical de la plataforma 106 de construcción en relación con el segundo subsistema 130 de eliminación de polvo facilita la eliminación del polvo 302 de metal del interior del compartimento 138 de contención de polvo acumulado dentro de un área abierta definida por el objeto 300 colocando el polvo 302 de metal acumulado próximo al segundo subsistema 130 de eliminación de polvo.
- 50 Como ejemplo, y como se ilustra mejor en la FIG. 30, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir además la estructura 166 de torre. El segundo subsistema 130 de eliminación de polvo puede estar acoplado a la estructura 138 de torre. La estructura 166 de torre puede extenderse desde la base 102 hasta aproximarse a una porción superior del compartimento 138 de contención de polvo. La estructura 138 de torre puede extenderse a través de la plataforma 106 de construcción y la plataforma 106 de construcción puede moverse verticalmente con relación a la estructura 166 de torre. Como el objeto 300 se fabrica de forma aditiva, la estructura 166 de torre puede ubicarse dentro del área interior abierta del objeto 300.
- 55

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y particularmente a, por ejemplo, la FIG. 30, el segundo subsistema 130 de eliminación de polvo es giratorio con relación al compartimiento 138 de contención de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 38 de la presente divulgación, y el ejemplo 38 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 32-37 anteriores.

- 5 La rotación del segundo subsistema 130 de eliminación de polvo en relación con el compartimiento 138 de contención de polvo facilita la eliminación del polvo 302 de metal de varias ubicaciones dentro del compartimiento 138 de contención de polvo, por ejemplo, el polvo 302 de metal acumulado dentro del área abierta definida por el objeto 300.

Como ejemplo, la estructura 166 de torre puede girar con respecto al compartimiento 138 de contención de polvo. Como ejemplo, la estructura 166 de la torre puede girar alrededor del eje vertical A. La rotación de la estructura 166 de la torre puede colocar el subsistema 130 de eliminación del segundo polvo en varias orientaciones de rotación.

- 10

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y particularmente a, por ejemplo, la FIG. 30, el segundo subsistema 130 de eliminación de polvo es movable verticalmente con relación al compartimiento 138 de contención de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 39 de la presente divulgación, y el ejemplo 39 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 32-38 anteriores.

- 15 El movimiento vertical del segundo subsistema 130 de eliminación de polvo en relación con el compartimiento 138 de contención de polvo facilita la eliminación del polvo 302 de metal de varias ubicaciones verticales dentro del compartimiento 138 de contención de polvo, por ejemplo, el polvo 302 de metal acumulado dentro del área abierta definida por el objeto 300.

- 20 Con referencia, por ejemplo, a la FIG. 30, como ejemplo, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir además la segunda unidad 180 vertical del subsistema de eliminación de polvo. La segunda unidad 180 vertical del subsistema de eliminación de polvo puede configurarse para mover verticalmente el segundo subsistema 130 de eliminación de polvo (por ejemplo, linealmente en la dirección de la flecha 314). Como ejemplo, el segundo subsistema 130 de eliminación de polvo puede estar acoplado operativamente a la segunda unidad 180 vertical del subsistema de eliminación de polvo.

- 25 Como ejemplo, la segunda unidad 180 vertical del subsistema de eliminación de polvo puede estar acoplada a la estructura 166 de torre. Como ejemplo, la segunda unidad 180 vertical del subsistema de eliminación de polvo puede ser integral a la estructura 166 de torre.

- 30 Como ejemplo, la segunda unidad 180 vertical del subsistema de eliminación de polvo puede incluir cualquier mecanismo de accionamiento adecuado para impulsar el movimiento vertical del segundo subsistema 130 de eliminación de polvo en relación con el compartimiento 138 de contención de polvo.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, La FIG. 30, El segundo subsistema 130 de eliminación de polvo comprende una fuente 168 de vacío. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 40 de la presente divulgación, y el ejemplo 40 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 32-39 anteriores.

- 35 La fuente 168 de vacío genera una succión capaz de eliminar (por ejemplo, succionar) el polvo 302 de metal del compartimiento 138 de contención de polvo, por ejemplo, el polvo 302 de metal acumulado dentro del área abierta definida por el objeto 300.

- 40 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, La FIG. 30, el segundo subsistema 130 de eliminación de polvo comprende una fuente 170 de fluido a presión. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 41 de la presente divulgación, y el ejemplo 41 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 32-40 anteriores.

La fuente 170 de fluido a presión genera un flujo de fluido a presión (por ejemplo, aire a presión) capaz de soplar y/o expulsar polvo 302 de metal dentro del compartimiento 138 de contención de polvo, por ejemplo, polvo 302 de metal acumulado dentro del área abierta definida por el objeto 300.

- 45 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, LA FIG. 30, el segundo subsistema 130 de eliminación de polvo comprende el brazo 172 del agitador. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 42 de la presente divulgación, y el ejemplo 42 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 32-41 anteriores.

- 50 El brazo 172 del agitador pasa a través del polvo 302 de metal dentro del compartimiento de contención del polvo, por ejemplo, el polvo 302 de metal acumulado dentro del área abierta definida por el objeto 300, para aflojar y/o romper el polvo 302 de metal.

Como ejemplo, el brazo 172 agitador puede extenderse desde la estructura 166 de torre radialmente hacia afuera hacia la pared lateral 244 del compartimiento 138 de contención de polvo.

Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 27 y 29, como ejemplo, el compartimiento 138 de contención de polvo puede incluir además la puerta 154 del aparato de acondicionamiento superficial. La puerta 154 del aparato de acondicionamiento superficial se puede abrir para permitir que el aparato 116 de acondicionamiento superficial entre en el compartimiento 138 de contención de polvo (por ejemplo, para moverse lateralmente hacia el interior del compartimiento 138 de contención de polvo). Como ejemplo, la puerta 154 del aparato de acondicionamiento superficial puede retraerse dentro de la pared lateral 244 del compartimiento 138 de contención de polvo.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, a, por ejemplo, las FIG. 24 y 25, el aparato 100 comprende además un aparato 136 de reciclaje de polvo, conectado operativamente al aparato 126 de eliminación de polvo. El polvo 302 de metal, retirado del compartimiento 138 de contención de polvo, es transferible desde el aparato 126 de eliminación de polvo al aparato 136 de reciclaje de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 43 de la presente divulgación, y el ejemplo 43 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 31-42 anteriores.

El aparato 136 de reciclaje de polvo facilita la limpieza y/o el acondicionamiento del polvo 302 de metal retirado del compartimiento 138 de contención de polvo para su reutilización en el proceso de fabricación aditiva.

Como ejemplo, el polvo 302 de metal retirado del compartimiento 138 de contención de polvo mediante el aparato 126 de eliminación de polvo puede transferirse al aparato 136 de reciclaje de polvo. Como ejemplo, el polvo 302 de metal eliminado entre el objeto 300 y la pared lateral 244 por el primer subsistema 128 de eliminación de polvo (por ejemplo, la fuente 168 de vacío) se puede transferir al aparato 136 de reciclaje de polvo. Como ejemplo, el polvo 302 de metal eliminado del área abierta del objeto 300 por el segundo subsistema 130 de eliminación de polvo (por ejemplo, la fuente 168 de vacío) se puede transferir al aparato 136 de reciclaje de polvo. Como ejemplo, el polvo 302 de metal descargado a través del respiradero 174 de eliminación de polvo, recogido por el colector 178, y eliminado por la fuente 168 de vacío (FIG. 30) ubicado cerca de una porción inferior del colector puede transferirse al aparato 136 de reciclaje de polvo.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, a, por ejemplo, las FIG. 24, 25, 31 y 33, el aparato 100 comprende además un aparato 132 de dispensación de polvo, configurado para depositar el polvo 302 de metal en el compartimiento 138 de contención de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 44 de la presente divulgación, y el ejemplo 44 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 26-43 anteriores.

El aparato 132 de dispensación de polvo facilita el depósito del polvo 302 de metal en el compartimiento 138 de contención de polvo y sobre la plataforma 106 de construcción en capas sucesivas (por ejemplo, primer estrato 230, segundo estrato 232, etc.) (FIG. 39-42).

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, a, por ejemplo, las FIG. 24, 25 y 31-33, el aparato 132 de dispensación de polvo comprende la fuente 182 de polvo, la alimentación 184 de polvo en comunicación selectiva con la fuente 182 de polvo y la caja 186 de distribución de polvo configurada para recibir polvo 302 de metal de la alimentación 184 de polvo. La caja 186 de distribución de polvo es móvil horizontalmente lateralmente interior del compartimiento 138 de contención de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 45 de la presente divulgación, y el ejemplo 45 incluye la materia objeto del ejemplo 44, anterior.

Como ejemplo, la fuente 182 de polvo puede incluir un contenedor configurado para almacenar un volumen de polvo 302 de metal fresco o reciclado para uso en el proceso de fabricación aditiva. El polvo 302 de metal puede transferirse desde la fuente 182 de polvo a la alimentación 184 de polvo. Como ejemplo, la alimentación 184 de polvo puede incluir cualquier mecanismo de transferencia adecuado para transportar polvo 302 de metal (por ejemplo, una tolva, una barrena, etc.). La alimentación 184 de polvo puede estar en comunicación selectiva con la caja 186 de distribución de polvo para transferir el polvo 302 de metal a la caja 186 de distribución de polvo. Como ejemplo, el aparato 132 de dispensación de polvo puede incluir además una platina 188 de polvo que se extiende desde la alimentación 184 de polvo a la caja 186 de distribución de polvo.

Como ejemplo, y como se ilustra mejor en las FIG. 24, 25, 31 y 33, el aparato 100 de fabricación aditiva puede incluir además una unidad 190 de caja de distribución de polvo. La unidad 190 de caja de distribución de polvo puede configurarse para mover horizontalmente la caja 186 de distribución de polvo (por ejemplo, linealmente en la dirección de la flecha 316) (FIG. 33). La caja 186 de distribución de polvo puede depositar una nueva capa de polvo 302 de metal en el compartimiento 138 de contención de polvo y sobre la plataforma 106 de construcción durante cada movimiento horizontal sobre el compartimiento 138 de contención de polvo.

Como ejemplo, la caja 186 de distribución de polvo se puede acoplar operativamente a la unidad 190 de caja de distribución de polvo. La unidad 190 de caja de distribución de polvo se puede conectar a la plataforma 234 de base en lados opuestos lateralmente del compartimiento 138 de contención de polvo.

Como ejemplo, la unidad 190 de caja de distribución de polvo puede incluir cualquier mecanismo de accionamiento adecuado para impulsar el movimiento horizontal de la caja 186 de distribución de polvo en relación con el compartimiento 138 de contención de polvo.

- 5 Como ejemplo, y como se ilustra mejor en la FIG. 32, la caja 186 de distribución de polvo puede incluir un brazo 192 de recubrimiento de polvo configurado para extender incluso el polvo 302 de metal depositado en el lecho 108 de polvo sobre la plataforma 106 de construcción. Como ejemplo, la caja 186 de distribución de polvo puede incluir además un rodillo 194 configurado para compactar el polvo 302 de metal depositado en el lecho 108 de polvo en la plataforma 106 de construcción.
- 10 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, las FIG. 34 y 35, el aparato 100 comprende además un sistema 196 de gas de protección configurado para dispensar gas 308 de protección para proteger una porción de polvo 302 de metal que se irradia por la fuente 110 de energía electromagnética en el volumen 108 de lecho de polvo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 46 de la presente divulgación, y el ejemplo 46 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 26-45 anteriores.
- 15 El gas 308 de protección evita la oxidación y/o elimina la formación de penachos durante la irradiación de la porción de polvo 302 de metal por la fuente 110 de energía electromagnética.
- Como ejemplo, el sistema 198 de gas de protección puede incluir una fuente 198 de gas de protección en comunicación selectiva con la fuente 110 de energía electromagnética. El gas 308 de protección puede ser cualquier gas inerte adecuado. La fuente 198 de gas de protección puede incluir un contenedor que define un volumen interno adecuado para almacenar el gas 308 de protección. La fuente 198 de gas de protección puede estar conectada de manera fluida a la fuente 110 de energía electromagnética mediante la línea 228 de gas de protección.
- 20 Como ejemplo, el gas 308 de protección puede estar presurizado. Como ejemplo, la fuente 198 de gas de protección puede presurizar el gas 308 de protección. Como ejemplo, el sistema 198 de gas de protección puede incluir la bomba 202 de gas de protección.
- Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, a, por ejemplo, las FIG. 36-38, el aparato 100 comprende además una placa 204 de construcción acoplada de manera extraíble a la plataforma 106 de construcción. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 47 de la presente divulgación, y el ejemplo 47 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 26-46 anteriores.
- 25 La placa 204 de construcción facilita la remoción del objeto 300 de la plataforma 106 de construcción y el compartimiento 138 de contención de polvo después de completar el proceso de fabricación aditiva y cualquier operación de acondicionamiento superficial.
- 30 Como ejemplo, y como se ilustra mejor en la FIG. 36, la placa 204 de construcción se puede acoplar de manera extraíble a la plataforma 106 de construcción. El polvo 302 de metal se puede depositar sobre la placa 204 de construcción. Cuando el primer estrato 230 del polvo 302 de metal (FIG. 39) se irradia con energía 306 electromagnética para formar la primera capa 304 del objeto 300 (FIG. 40), la primera capa 304 puede unirse (por ejemplo, fundirse) a la placa 204 de construcción en lugar de la plataforma 106 de construcción.
- 35 Tras el proceso de fabricación aditiva, la placa 204 de construcción y el objeto 300 acoplados a la placa 204 de construcción pueden retirarse de la plataforma 106 de construcción y del compartimiento 138 de contención de polvo. La placa 204 de construcción puede retirarse del objeto 300 a través de cualquier operación adecuada de corte o rectificado.
- 40 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 37 y 38, como ejemplo, la plataforma 106 de construcción puede incluir la primera característica 208 de alineación. La placa 204 de construcción puede incluir una segunda característica 210 de alineación. La primera característica 208 de alineación y la segunda característica 210 de alineación pueden estar enganchadas establemente para posicionar y alinear adecuadamente la placa 204 de construcción con respecto a la plataforma 106 de construcción.
- Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y particularmente a, por ejemplo, la FIG. 37, la placa 204 de construcción es anular. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 48 de la presente divulgación, y el ejemplo 48 incluye la materia objeto del ejemplo 47 anterior.
- 45 La placa 204 de construcción anular facilita la eliminación del polvo 302 de metal a través del respiradero 174 de eliminación de polvo dispuesto en la plataforma 106 de construcción (FIG. 38).
- Como ejemplo, la placa 204 de construcción puede dimensionarse para cubrir una periferia próxima a la plataforma 106 de construcción para no interferir con el paso del polvo 302 de metal acumulado dentro del espacio abierto del objeto 300 a través del orificio 174 de extracción de polvo.
- 50 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 37 y 38, como ejemplo, la plataforma 106 de construcción puede incluir la primera característica 208 de alineación. La placa 204 de construcción puede incluir una segunda característica 210 de alineación. La primera característica 208 de alineación y la segunda característica 210 de alineación pueden estar enganchadas establemente para posicionar y alinear adecuadamente la placa 204 de construcción con respecto a la plataforma 106 de construcción.

Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, las FIG. 36 y 37, la placa 204 de construcción comprende la característica 206 de manejo. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 49 de la presente divulgación, y el ejemplo 49 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 47-48 anteriores.

- 5 La característica 206 de manejo facilita el acoplamiento de la placa 204 de construcción a la plataforma 106 de construcción y/o la extracción de la placa 204 de construcción de la plataforma 106 de construcción, por ejemplo, mediante una máquina de manejo de objetos (no mostrada).

Como ejemplo, la característica 206 de manejo puede incluir una abertura dispuesta, al menos parcialmente, a través de la placa 204 de construcción. La característica 206 de manejo puede configurarse para recibir una elevación de placa 204 de construcción y el objeto 300 de la plataforma 106 de construcción. Como ejemplo, las características 206 de manejo pueden tener el tamaño adecuado para recibir el tenedor de un camión elevador.

10 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 24, 29 y 30, como ejemplo, el compartimento 138 de contención de polvo puede incluir además la puerta 152 de acceso. La puerta 152 de acceso puede abrirse para permitir la extracción del objeto 300 de la plataforma 106 de construcción y el compartimento 138 de contención de polvo o la extracción de la placa 204 de construcción y el objeto 300 de la plataforma 106 de construcción y el compartimento 138 de contención de polvo. Como ejemplo, la puerta 152 de acceso puede retraerse dentro de la pared lateral 244 del compartimento 138 de contención de polvo. Como ejemplo, la puerta 152 de acceso puede retraerse dentro de la base 102. Las FIG. 24 y 30 representan el compartimento 138 de contención de polvo con la puerta 152 de acceso en una configuración abierta.

20 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 1A, 1B, 2, y 14-21, el aparato 100 de fabricación aditiva (denominado en general como aparato 100) comprende rieles 122 lineales, cada uno de los cuales tiene una longitud L1. Los rieles 122 lineales son giratorios o rotatorios en un plano horizontal alrededor del eje vertical A. El aparato 100 comprende además fuentes 110 de energía electromagnética, acopladas de manera móvil a los rieles 122 lineales y movibles en el sistema 250 de coordenadas polares que tienen un radio R. La materia objeto precedente del párrafo presente está de acuerdo con el ejemplo 50 de la presente divulgación.

Los rieles 122 lineales facilitan la utilización de las fuentes 110 de energía electromagnética. La utilización de fuentes 110 de energía electromagnética aumenta el tiempo de ciclo para el proceso de fabricación aditiva.

30 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular, por ejemplo, las FIG. 14-21, los rieles 122 lineales no son móviles entre sí. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 51 de la presente divulgación, y el ejemplo 51 incluye la materia objeto del ejemplo 50 anterior.

La fijación de los rieles 122 lineales entre sí mantiene una orientación angular de las fuentes 110 de energía electromagnética entre sí.

35 Como ejemplo, y como se ilustra mejor en las FIG. 15, 17, 19 y 21, los primeros extremos 212 de los rieles 122 lineales pueden estar conectados de manera fija a la unidad 216 central (FIG. 15 y 19), al cubo 222 pasivo (FIG. 17), o entre sí (FIG. 21).

40 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, las FIG. 14, 16, 18 y 20, las fuentes 110 de energía electromagnética están configuradas para trasladarse a lo largo de los rieles 122 lineales en rutas 254 de recorrido lineal. Cada una de las rutas 254 de recorrido lineal, a lo largo de los rieles 122 lineales, tiene una longitud L2 máxima igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 52 de la presente divulgación, y el ejemplo 52 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 50 y 51 anteriores.

La longitud L2 máxima de la ruta 254 de recorrido lineal es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares define el alcance máximo de la fuente 110 de energía electromagnética para recorrer linealmente a través de aproximadamente la mitad del sistema 250 de coordenadas polares.

45 Como ejemplo, la traslación lineal (por ejemplo, a lo largo de las rutas de recorrido lineal 254) de las fuentes 110 de energía electromagnética a lo largo de los rieles 122 lineales mientras que los rieles 122 lineales giran en el plano horizontal alrededor del eje vertical A permite el movimiento de las fuentes 110 de energía electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares.

50 Como ejemplo, las rutas 254 de recorrido lineal pueden no pasar a través del eje vertical A. La longitud L2 máxima de las rutas 254 de recorrido lineal es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares puede permitir que las fuentes 110 de energía electromagnética se trasladen a lo largo de los rieles 122 lineales a una distancia igual o menor que el radio R. Como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 14, 16, 18 y 20, la longitud L2 máxima de las rutas 254 de recorrido lineal puede ser menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares.

55 Con referencia en general a las FIG. 1A y 1B y en particular a, por ejemplo, las FIG. 14, 16, 18 y 20, la longitud L1 de cada uno de los rieles 122 lineales es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares. La materia

objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 53 de la presente divulgación, y el ejemplo 53 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 50-52 anteriores.

5 La longitud L1 de los rieles 122 lineales es igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares facilita que la longitud L2 máxima de las rutas 254 de recorrido lineal sea igual o menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares.

10 Como ejemplo, las rutas 254 de recorrido lineal pueden extenderse desde los primeros extremos 212 próximos hasta los segundos extremos 214 próximos de los rieles 122 lineales. En los ejemplos ilustrados en las FIG. 14, 16, 18 y 20, el eje vertical A puede ubicarse cerca del primer extremo 212 del riel 122 lineal. Como se ilustra mejor en, por ejemplo, las FIG. 14, 16, 18 y 20, la longitud L1 de los rieles 122 lineales puede ser menor que el radio R del sistema 250 de coordenadas polares.

15 Con referencia, por ejemplo, a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, las FIG. 43A y 43B, se describe el método 500 para la fabricación aditiva del objeto 300 a partir de polvo 302 de metal. El método 500 comprende distribuir el primer estrato 230 del polvo 302 de metal en el volumen 108 del lecho de polvo, delimitado al menos parcialmente por la plataforma 106 de construcción (bloque 502). El método 500 comprende además fundir una primera parte seleccionada del primer estrato 230 del polvo 302 de metal en el volumen 108 del lecho de polvo, exponiendo la primera porción seleccionada del primer estrato 230 del polvo 302 de metal a la energía 306 electromagnética de la fuente 110 de energía electromagnética mientras se mueve la radiación electromagnética la fuente 110 a lo largo de una primera ruta predeterminada en el sistema 250 de coordenadas polares para formar al menos una porción de la primera capa 304 del objeto 300 (bloque 504). La fuente 110 de radiación electromagnética se puede mover en la ruta 254 de recorrido lineal a lo largo del riel 122 lineal. El riel 122 lineal es giratorio o rotatorio en un plano horizontal alrededor del eje vertical A. La materia objeto anterior del párrafo presente está de acuerdo con el ejemplo 54 de la presente divulgación.

20 La fabricación aditiva del objeto al mover la fuente 110 de energía electromagnética a lo largo de la primera ruta predeterminada (por ejemplo, la ruta de 252 de recorrido curvilínea (FIG. 2) en el sistema 250 de coordenadas polares produce el objeto 300 a gran escala.

25 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43A, el método 500 comprende además una plataforma 106 de construcción que se mueve verticalmente a una distancia predeterminada de la fuente 110 de energía electromagnética después de formar la primera capa 304 del objeto 300 (bloque 506). El método 500 comprende además distribuir el segundo estrato 232 de polvo 302 de metal en el volumen 108 del lecho de polvo sobre la primera capa 304 del objeto 300 (bloque 508). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 55 de la presente divulgación, y el ejemplo 55 incluye la materia objeto del ejemplo 54 anterior.

30 La distribución del segundo estrato 232 del polvo 302 de metal en el volumen 108 del lecho de polvo sobre la primera capa 304 del objeto 300 facilita la formación de la segunda capa 305 sobre la primera capa 304.

35 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43A, el método 500 comprende además fundir una segunda porción seleccionada del segundo estrato 232 de polvo 302 de metal en el lecho de polvo 108 al exponer la segunda porción seleccionada del segundo estrato 232 de polvo 302 de metal a la energía 306 electromagnética de la fuente 110 de energía electromagnética mientras se mueve la fuente 110 de radiación electromagnética a lo largo de una segunda ruta predeterminada en el sistema 250 de coordenadas polares para formar al menos una porción de la segunda capa 305 del objeto 300 (bloque 510). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 56 de la presente divulgación, y el ejemplo 56 incluye la materia objeto del ejemplo 55 anterior.

40 La fusión de la segunda porción seleccionada del segundo estrato 232 de polvo 302 de metal para formar al menos una porción de la segunda capa 305 sobre la primera capa 304 forma el objeto 300 hecho de un material metálico sólido y homogéneo.

45 Como ejemplo, la segunda ruta predeterminada en el sistema 250 de coordenadas polares puede ser una ruta 252 de recorrido curvilíneo (FIG. 2).

50 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43A, la segunda ruta predeterminada de la fuente 110 de radiación electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares y la primera ruta predeterminada de la fuente 110 de radiación electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares son idénticas. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 57 de la presente divulgación, y el ejemplo 57 incluye la materia objeto del ejemplo 56 anterior.

55 La segunda ruta predeterminada de la fuente 110 de radiación electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares y la primera ruta predeterminada de la fuente 110 de radiación electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares son estructuras idénticas. La segunda capa 305 tiene la misma forma que la primera capa 304 y directamente sobre la primera capa 304 para formar una porción de objeto 300.

- Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43A, la segunda ruta predeterminada de la fuente 110 de radiación electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares y la primera ruta predeterminada de la fuente 110 de radiación electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares son diferentes. La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 58 de la presente divulgación, y el ejemplo 58 incluye la materia objeto del ejemplo 56 anterior.
- 5 La segunda ruta predeterminada de la fuente 110 de radiación electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares y la primera ruta predeterminada de la fuente 110 de radiación electromagnética en el sistema 250 de coordenadas polares son diferentes construcciones, la segunda capa 305 tiene una forma diferente a la primera capa 304 para formar una porción diferente del objeto 300 (por ejemplo, para formar una característica específica del objeto).
- 10 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43A, el método 500 comprende además formar la primera capa 304 del objeto 300 en la placa 204 de construcción, conectada de manera extraíble a la plataforma 106 de construcción (bloque 512). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 59 de la presente divulgación, y el ejemplo 59 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 54-58 anteriores.
- 15 La formación de la primera capa 304 del objeto 300 en la placa 204 de construcción (por ejemplo, en lugar de en la plataforma 106 de construcción) facilita la extracción del objeto 300 de la plataforma 106 de construcción y el compartimiento 138 de contención de polvo.
- Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43A, el método 500 comprende además eliminar el polvo 302 de metal del volumen 108 del lecho de polvo después de formar la primera capa 304 y el número seleccionado de capas adicionales del objeto 300 (bloque 514). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 60 de la presente divulgación, y el ejemplo 60 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 54-59 anteriores.
- 20 La eliminación del polvo 302 de metal del volumen 108 del lecho de polvo facilita la operación de acondicionamiento superficial y/o la eliminación del objeto 300 de la plataforma 106 de construcción y el compartimiento 138 de contención de polvo.
- 25 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43A, el método 500 comprende además la primera capa 304 de acondicionamiento superficial y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 (bloque 516). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 61 de la presente divulgación, y el ejemplo 61 incluye la materia objeto del ejemplo 60 anterior.
- 30 Acondicionar la primera capa 304 en la superficie y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 facilita una o más operaciones de acondicionamiento superficial (por ejemplo, procesamiento superficial) en al menos una porción 238 superficial exterior del objeto 300 después de la fabricación aditiva y mientras que el objeto 300 está ubicado en la plataforma 106 de construcción.
- 35 Con referencia en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43B, la primera capa 304 de acondicionamiento superficial y el número seleccionado de capas adicionales del objeto 300 comprende una plataforma de construcción giratoria 106 con respecto al aparato 116 de acondicionamiento superficial (bloque 518). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 62 de la presente divulgación, y el ejemplo 62 incluye la materia objeto del ejemplo 61 anterior.
- 40 La plataforma de construcción giratoria 106 en relación con el aparato 116 de acondicionamiento superficial hace girar el objeto 300 en relación con el aparato 116 de acondicionamiento superficial para facilitar el posicionamiento de diferentes porciones de la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 (por ejemplo, superficie 238 exterior) cerca del aparato 116 del acondicionamiento superficial durante la operación de acondicionamiento superficial.
- 45 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43B, la primera capa 304 de acondicionamiento superficial y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 comprende granallar la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 (bloque 520a). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 63 de la presente divulgación, y el ejemplo 63 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 61 y 62 anteriores.
- 50 Granallar la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 facilita la mejora de las propiedades del material del objeto 300.
- 55 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43B, la primera capa 304 de acondicionamiento superficial y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 comprende la primera capa 304 de granallado y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 (bloque 520b). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 64 de la presente divulgación, y el ejemplo 64 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 61-63 anteriores.

Granallar la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 facilita la introducción de una capa de tensión residual compresiva al objeto 300 y/o la modificación de las propiedades mecánicas del objeto 300.

5 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43B, la primera capa 304 de acondicionamiento superficial y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 comprende rectificar la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 (bloque 520c). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 65 de la presente divulgación, y el ejemplo 65 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 61-64 anteriores.

10 Rectificar la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 facilita el aplanamiento y/o la conformación del objeto 300.

15 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43B, la primera capa 304 de acondicionamiento superficial y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 comprende lijar la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 (bloque 520d). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 66 de la presente divulgación, y el ejemplo 66 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 61-65 anteriores.

El lijado de la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 facilita el alisado y/o el acabado del objeto 300.

20 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43B, la primera capa 304 de acondicionamiento superficial y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 comprende granallar la primera capa 304 con abrasivo y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 (bloque 520e). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 67 de la presente divulgación, y el ejemplo 67 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 61-66 anteriores.

La primera capa 304 de granallado abrasivo y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 facilitan el alisado, el desbaste, la conformación y/o la eliminación de contaminantes del objeto 300.

25 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43B, la primera capa 304 de acondicionamiento superficial y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 comprende pulir la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 (bloque 520f). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 68 de la presente divulgación, y el ejemplo 68 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 61-67 anteriores.

30 El pulido de la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 facilita el suavizado y/o brillo del objeto 300.

35 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43B, la primera capa 304 de acondicionamiento superficial y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 comprende cortar la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 (bloque 520g). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 69 de la presente divulgación, y el ejemplo 69 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 61-68 anteriores.

Cortar la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 facilita el corte del material y/o la conformación del objeto 300.

40 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43B, la primera capa 304 de acondicionamiento superficial y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 comprende el recubrimiento de la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 (bloque 520h). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 70 de la presente divulgación, y el ejemplo 70 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 61-69, anteriores.

45 El recubrimiento de la primera capa 304 y el número seleccionado de capas 310 adicionales del objeto 300 facilita la aplicación de un recubrimiento decorativo, un recubrimiento funcional, o un recubrimiento decorativo y funcional al objeto 300.

50 Continuando refiriéndose en general a las FIG. 1A, 1B y 2-42, y en particular a, por ejemplo, la FIG. 43A, el método 500 comprende además dispensar gas 308 de protección para proteger una porción de polvo 302 de metal que se irradia por la fuente 110 de energía electromagnética en el volumen 108 de lecho de polvo (bloque 522). La materia objeto anterior del presente párrafo está de acuerdo con el ejemplo 71 de la presente divulgación, y el ejemplo 71 incluye la materia objeto de cualquiera de los ejemplos 54-70 anteriores.

La distribución del gas 308 de protección a una parte del polvo 302 de metal que se irradia por la fuente 110 de energía electromagnética en el volumen 108 del lecho de polvo facilita la prevención de la oxidación y/o elimina la formación de penachos durante la irradiación de la parte del polvo 302 de metal por la fuente 110 de energía electromagnética.

Los ejemplos de la presente divulgación se pueden describir en el contexto de la fabricación de aeronaves y el método 1100 de servicio como se muestra en la FIG. 44 y la aeronave 1102 como se muestra en la FIG. 45. Durante la preproducción, el método 1100 ilustrativo puede incluir la especificación y el diseño (bloque 1104) de la aeronave 1102 y la adquisición de material (bloque 1106). Durante la producción, puede tener lugar la fabricación de componentes y subconjuntos (bloque 1108) y la integración del sistema (bloque 1110) de la aeronave 1102. Posteriormente, la aeronave 1102 puede pasar por la certificación y entrega (bloque 1112) para ponerse en servicio (bloque 1114). Mientras está en servicio, la aeronave 1102 puede programarse para mantenimiento y servicio de rutina (bloque 1116). El mantenimiento y servicio de rutina pueden incluir la modificación, reconfiguración, restauración, etc. de uno o más sistemas de la aeronave 1102.

Cada uno de los procesos del método 1100 ilustrativo puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de proveedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una aerolínea, una compañía de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicio, etc.

Como se muestra en la FIG. 46, la aeronave 1102 producida por el método 1100 ilustrativo puede incluir una estructura de avión 1118 con una pluralidad de sistemas 1120 de alto nivel e interior 1122. Los ejemplos de sistemas 1120 de alto nivel incluyen uno o más del sistema 1124 de propulsión, el sistema 1126 eléctrico, el sistema 1128 hidráulico y el sistema 1130 ambiental. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios aquí divulgados pueden aplicarse a otras industrias, como la industria automotriz. Por consiguiente, además de la aeronave 1102, los principios aquí divulgados pueden aplicarse a otros vehículos, por ejemplo, vehículos terrestres, vehículos marítimos, vehículos espaciales, etc.

Los aparatos y los métodos mostrados o descritos en el presente documento pueden emplearse durante una o más de las etapas del método 1100 de fabricación y servicio. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes a la fabricación 1108 de componentes y subconjuntos pueden fabricarse o elaborarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 1102 está en servicio. Además, uno o más ejemplos de los aparatos, método(s) o combinación de los mismos pueden utilizarse durante las etapas 1108 y 1110, de producción, por ejemplo, acelerando sustancialmente el ensamblaje o reduciendo el costo de la aeronave 1102. De manera similar, se pueden utilizar uno o más ejemplos de las realizaciones del aparato o método, o una combinación de los mismos, por ejemplo y sin limitación, mientras la aeronave 1102 está en servicio, por ejemplo, en la etapa de mantenimiento y servicio (bloque 1116).

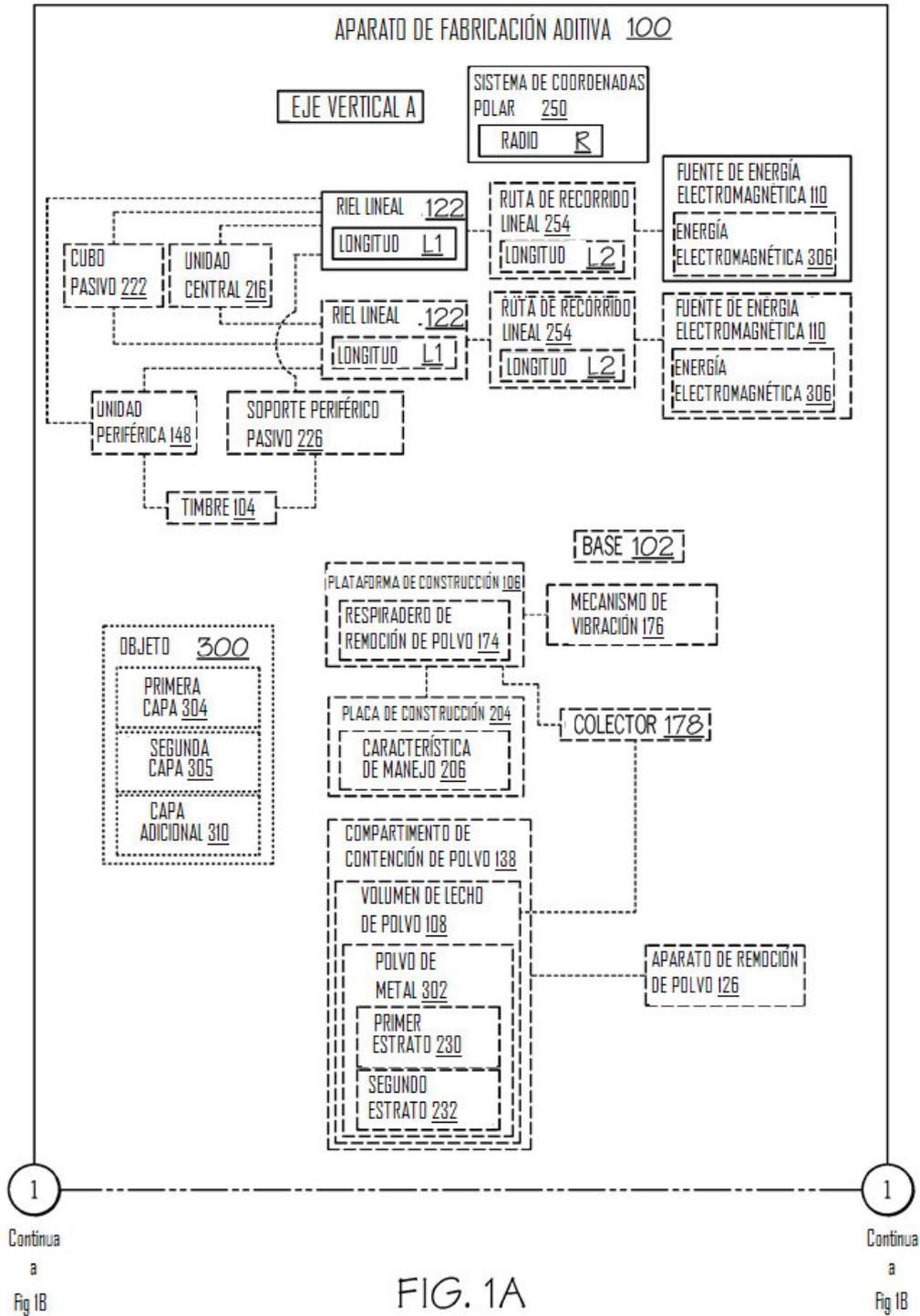
Muchas modificaciones de los ejemplos expuestos en el presente documento le vendrán a la mente a un experto en la técnica a la que pertenece la presente divulgación que tiene el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados.

Por lo tanto, debe entenderse que la presente divulgación no debe limitarse a los ejemplos específicos presentados y que se pretende que las modificaciones y otros ejemplos se incluyan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque la descripción anterior y los dibujos asociados describen ejemplos de la presente divulgación en el contexto de ciertas combinaciones ilustrativas de elementos y/o funciones, debe apreciarse que diferentes combinaciones de elementos y/o funciones pueden proporcionarse mediante implementaciones alternativas sin apartarse del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato (100) de fabricación aditiva que comprende:
- un riel (122) lineal, que tiene una longitud L1, en el que el riel (122) lineal es giratorio o rotatorio en un plano horizontal alrededor de un eje vertical A;
- 5 una fuente (110) de energía electromagnética acoplada de manera móvil al riel (122) lineal y móvil en un sistema (250) de coordenadas polares que tiene un radio R;
- una plataforma (106) de construcción, movable verticalmente en relación con la fuente (110) de energía electromagnética; y
- 10 un compartimento (138) de contención de polvo, configurado para contener un polvo (302) de metal y que tiene un volumen (108) de lecho de polvo, y
- en el que la plataforma (106) de construcción delimita al menos parcialmente el volumen (108) de lecho de polvo.
2. El aparato (100) de la reivindicación 1, que comprende además un aparato (126) de eliminación de polvo, configurado para eliminar el polvo (302) de metal del compartimento (138) de contención de polvo.
3. El aparato (100) de la reivindicación 2, que comprende además un aparato (136) de reciclaje de polvo, conectado operativamente al aparato (126) de eliminación de polvo, y en el que:
- 15 el polvo (302) de metal, retirado del compartimento (138) de contención de polvo es transferible desde el aparato (126) de eliminación de polvo al aparato (136) de reciclaje de polvo; y
- el aparato (136) de reciclaje de polvo facilita la limpieza y/o acondicionamiento del polvo metálico, retirado del compartimento (138) de contención de polvo para reutilización en un proceso de fabricación aditiva.
- 20 4. El aparato (100) de cualquier reivindicación anterior, que comprende además un aparato (132) de dispensación de polvo, configurado para depositar el polvo (302) de metal en el compartimento (138) de contención de polvo.
5. El aparato (100) de la reivindicación 4, en el que el aparato (132) de dispensación de polvo comprende:
- una fuente (182) de polvo;
- una alimentación (184) de polvo en comunicación selectiva con la fuente (182) de polvo; y
- 25 una caja (186) de distribución de polvo, configurada para recibir el polvo (302) de metal de la alimentación (184) de polvo, y
- en el que la caja (186) de distribución de polvo es movable horizontalmente lateralmente hacia el interior del compartimento (138) de contención de polvo.
- 30 6. El aparato (100) de la reivindicación 5, en el que la fuente (182) de polvo comprende un contenedor, configurado para almacenar un volumen de polvo metálico fresco o reciclado para uso en el proceso de fabricación aditiva.
7. El aparato (100) de la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en el que el aparato (132) de dispensación de polvo comprende además una platina (188) de polvo, que se extiende desde la alimentación (184) de polvo a la caja (186) de distribución de polvo.
8. El aparato (100) de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:
- 35 un sistema (196) de gas de protección, configurado para dispensar un gas (308) de protección para proteger una porción del polvo metálico, que es irradiada por la fuente (110) de energía electromagnética en el volumen (108) de lecho de polvo.
9. El aparato (100) de la reivindicación 8, en el que:
- 40 el sistema (196) de gas de protección comprende una fuente (198) de gas de protección en comunicación selectiva con la fuente (110) de energía electromagnética; y
- la fuente (198) de gas de protección comprende un contenedor, que define un volumen interno, adecuado para almacenar el gas (308) de protección.
10. El aparato (100) de cualquier reivindicación anterior, que comprende además una placa (204) de construcción, acoplada de manera extraíble a la plataforma (106) de construcción.

11. El aparato (100) de la reivindicación 10, en el que la placa (204) de construcción comprende una característica (206) de manejo, configurada para facilitar el acoplamiento de la placa (204) de construcción a la plataforma (106) de construcción.
- 5 12. El aparato (100) de la reivindicación 11, en el que la característica (206) de manejo comprende una abertura, dispuesta al menos parcialmente a través de la placa (204) de construcción.
13. El aparato (100) de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:
- un anillo (104); y
- una unidad (148) periférica, acoplada operativamente al anillo (104), movable a lo largo del anillo (104), y configurada para girar o rotar el riel lineal (122) alrededor del eje vertical A.
- 10 14. El aparato (100) de la reivindicación 13, que comprende además un cubo (222) pasivo, giratorio alrededor del eje vertical A, y en el que el riel (122) lineal está unido al cubo (222) pasivo.
15. Un método (500) para fabricar aditivamente un objeto (300) a partir de un polvo (302) de metal, comprendiendo el método (500):
- 15 distribuir un primer estrato (230) del polvo (302) de metal en un compartimiento (138) de contención de polvo, y en el que el compartimiento (138) de contención de polvo comprende un volumen (108) de lecho de polvo y el volumen (108) de lecho de polvo está delimitado al menos parcialmente por una plataforma (106) de construcción;
- 20 fundir una primera porción seleccionada del primer estrato (230) del polvo (302) de metal en el volumen (108) de lecho de polvo exponiendo la primera porción seleccionada del primer estrato (230) del polvo (302) de metal a energía (306) electromagnética desde una fuente (110) de energía electromagnética mientras se mueve la fuente (110) de energía electromagnética a lo largo de una primera ruta predeterminada en un sistema (250) de coordenadas polares para formar al menos una porción de una primera capa (304) del objeto (300), y en el que la fuente (110) de energía electromagnética se puede mover en una ruta (254) de recorrido lineal a lo largo de un riel (122) lineal, y el riel (122) lineal es rotatorio o giratorio en un plano horizontal sobre un eje vertical A;
- 25 mover verticalmente la plataforma (106) de construcción a una distancia predeterminada de la fuente (110) de energía electromagnética después de formar la primera capa (304) del objeto (300); y
- distribuir un segundo estrato del polvo (302) de metal en el volumen (108) de lecho de polvo sobre la primera capa (304) del objeto (300).



Continúa  
de  
FIG. 1A

Continúa  
de  
FIG. 1A

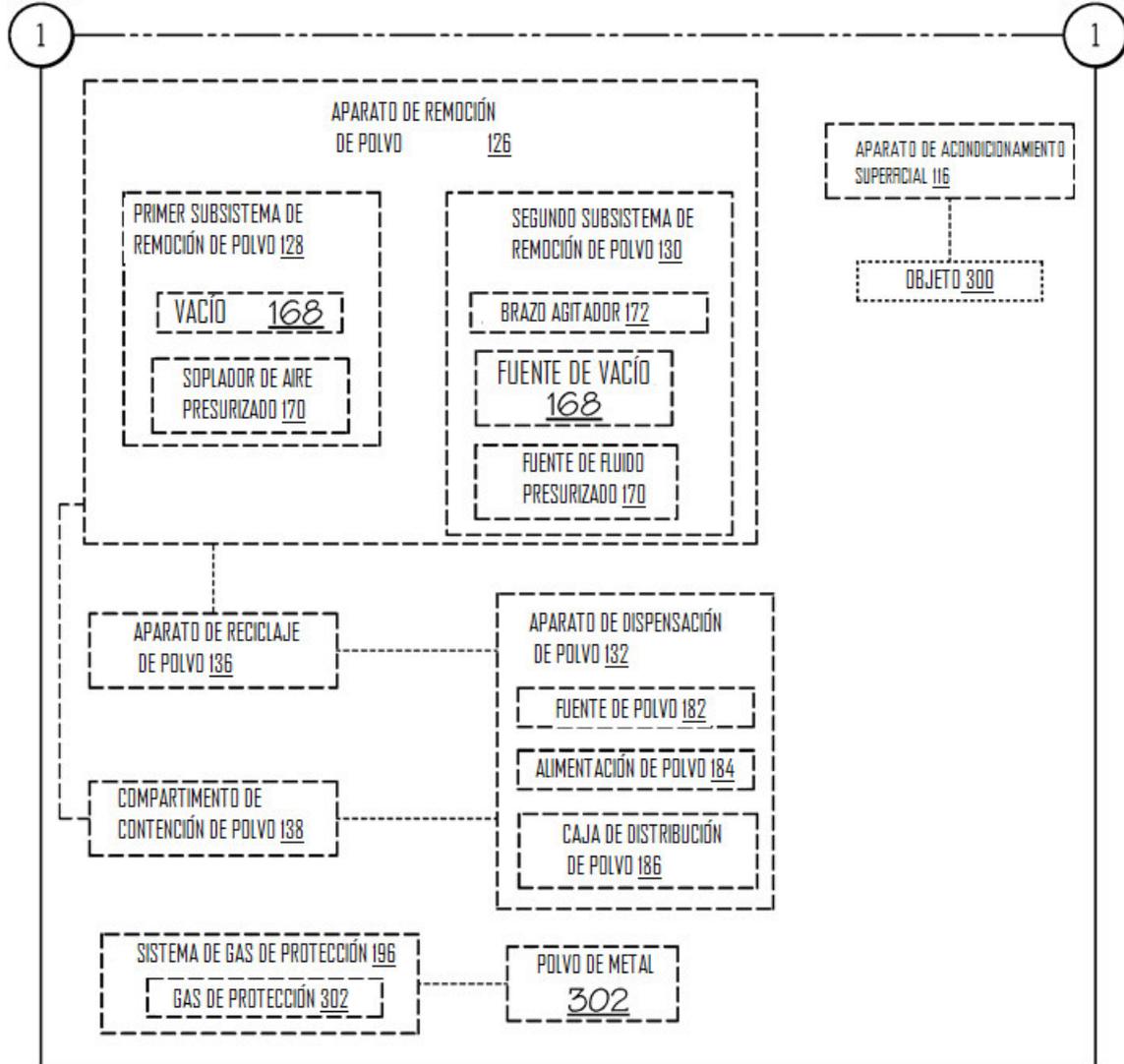


FIG. 1B



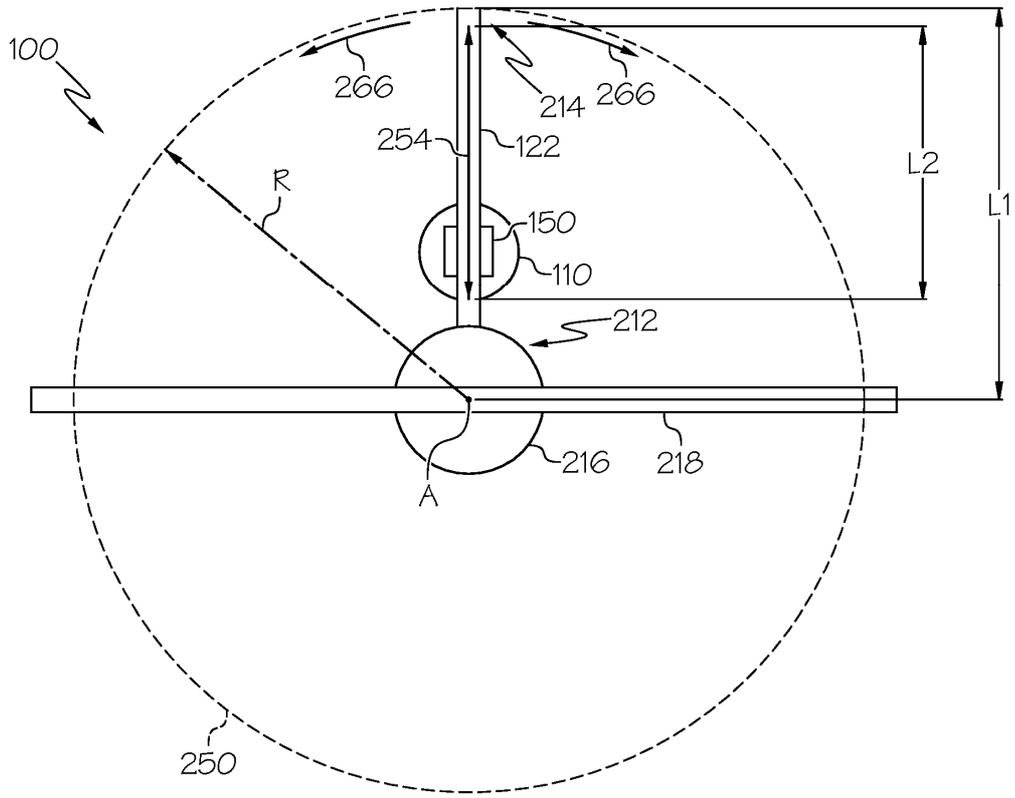


FIG. 3

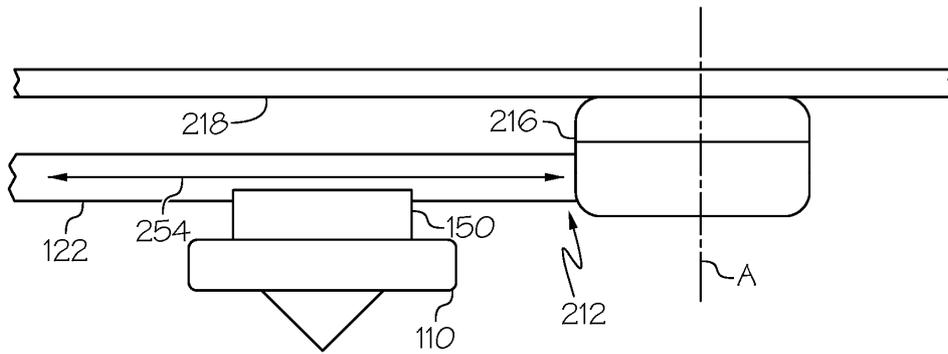


FIG. 4

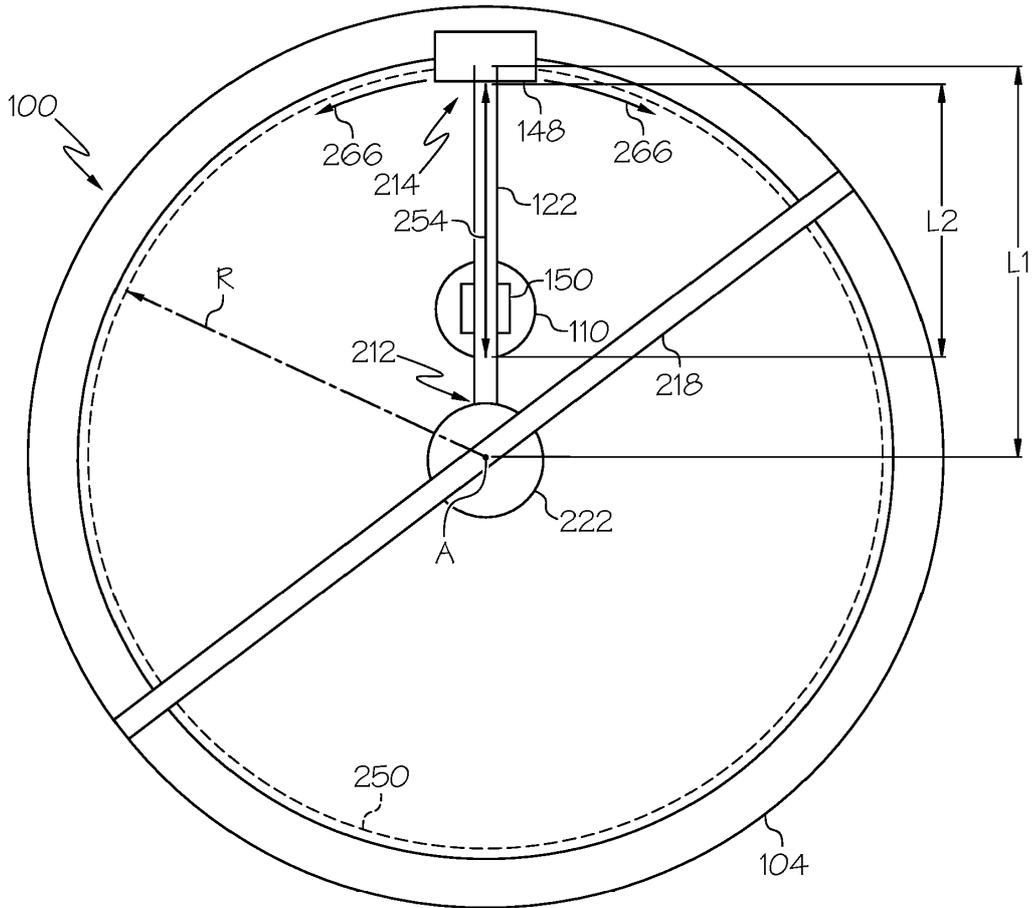


FIG. 5

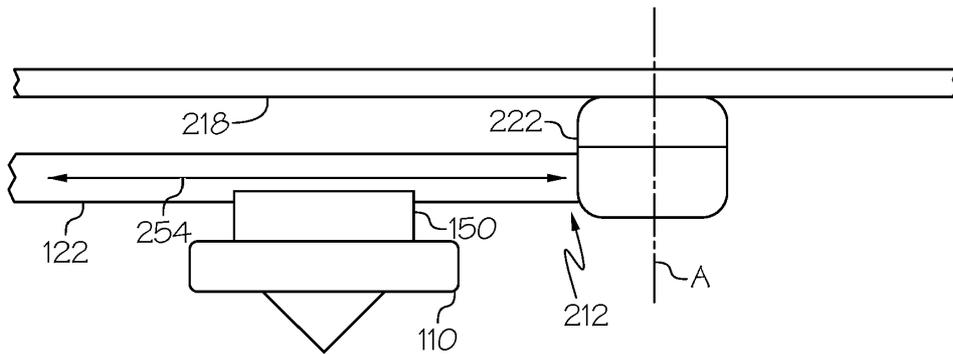


FIG. 6

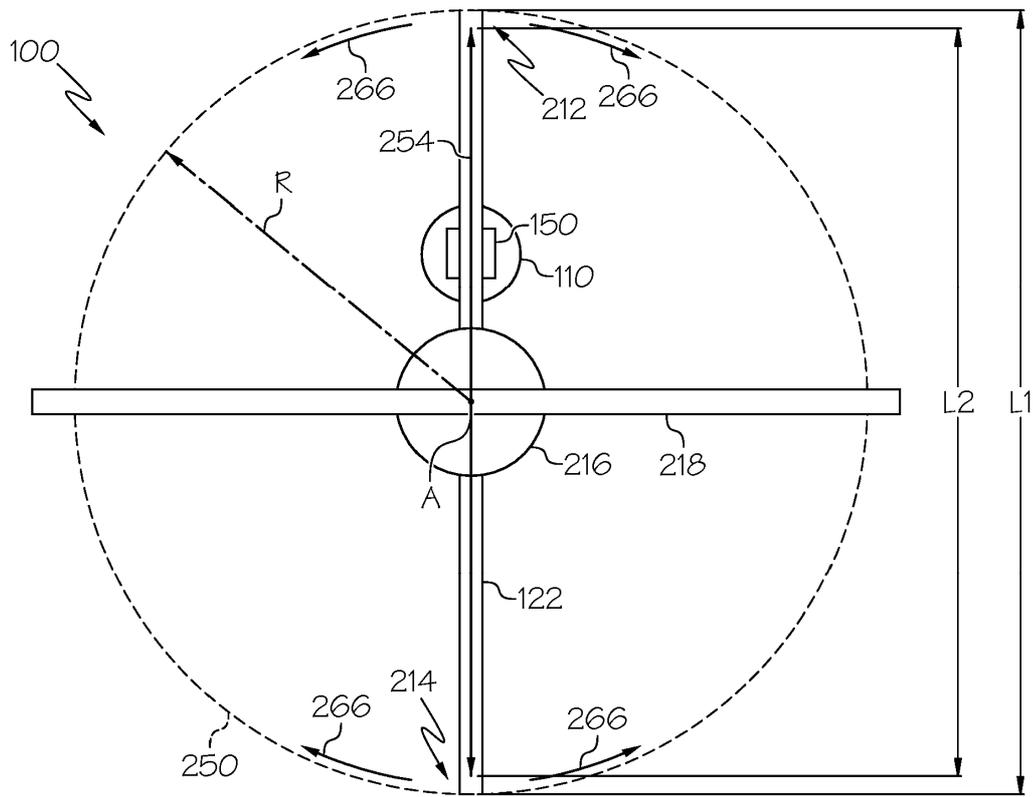


FIG. 7

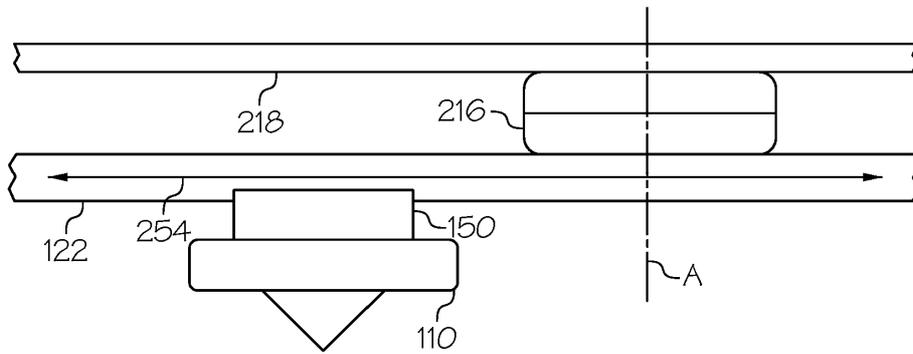


FIG. 8

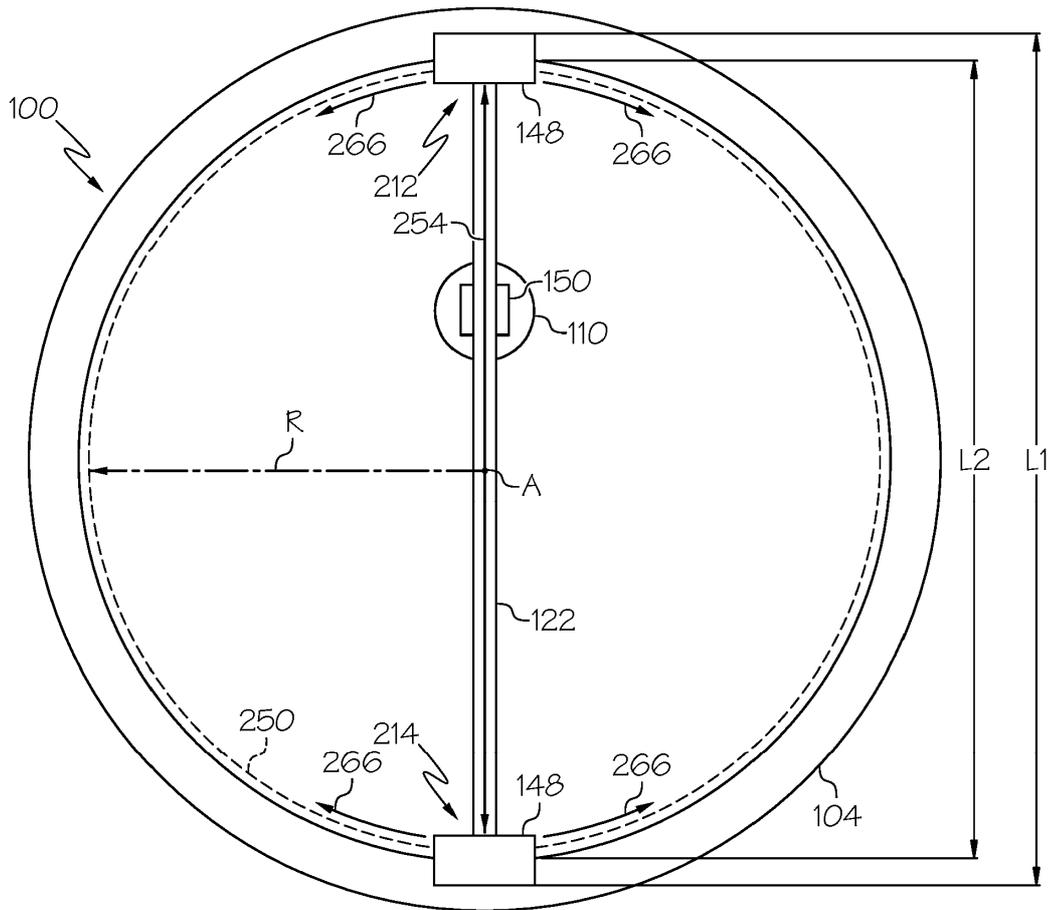


FIG. 9

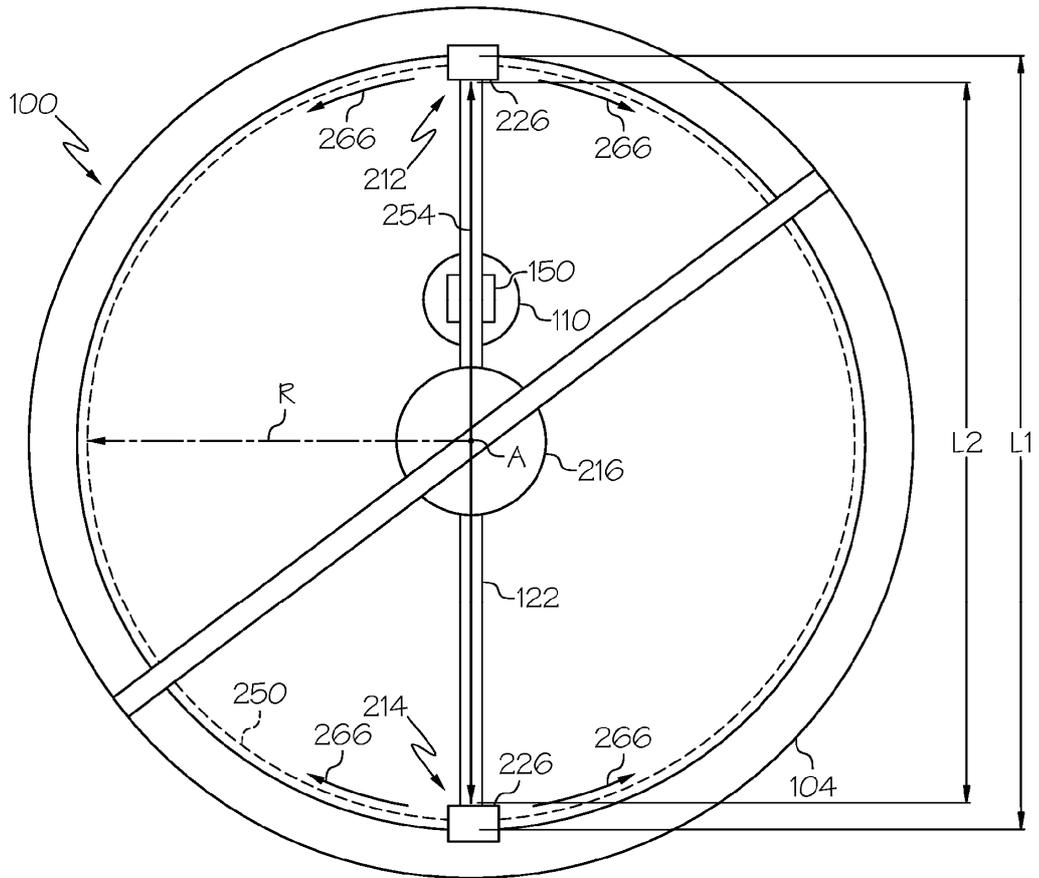


FIG. 10

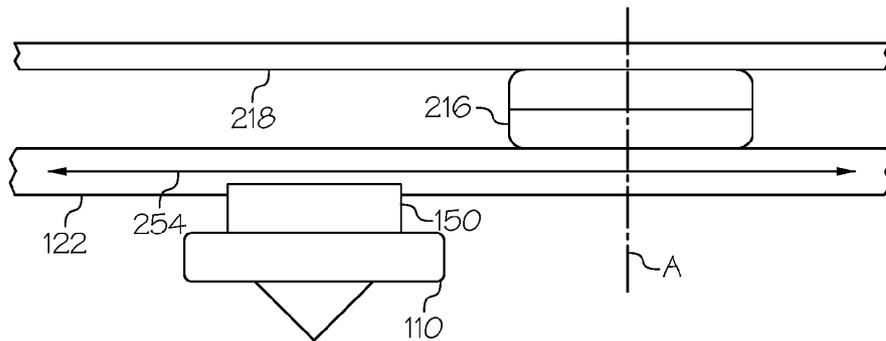


FIG. 11

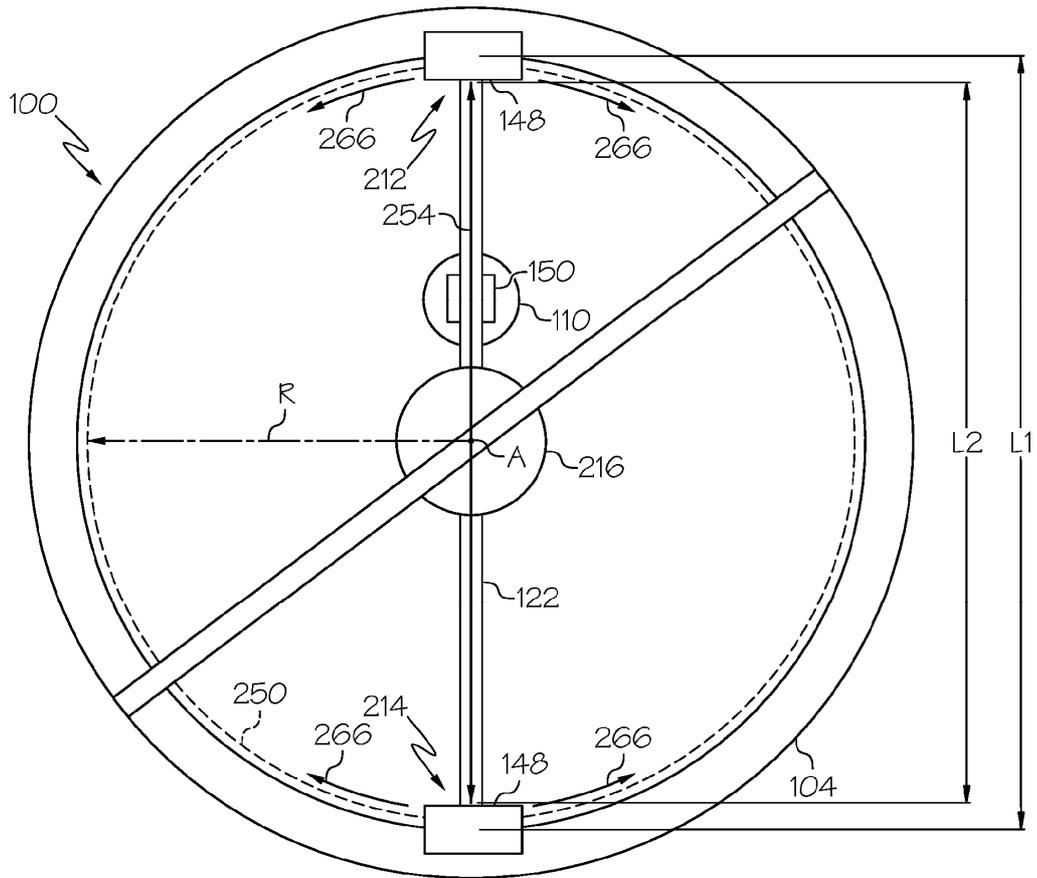


FIG. 12

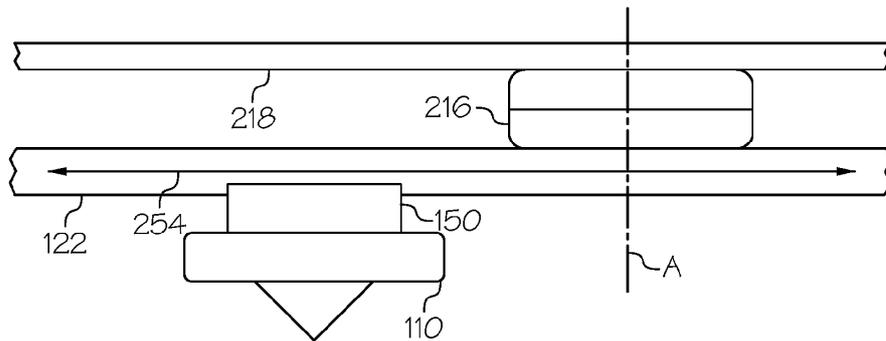


FIG. 13

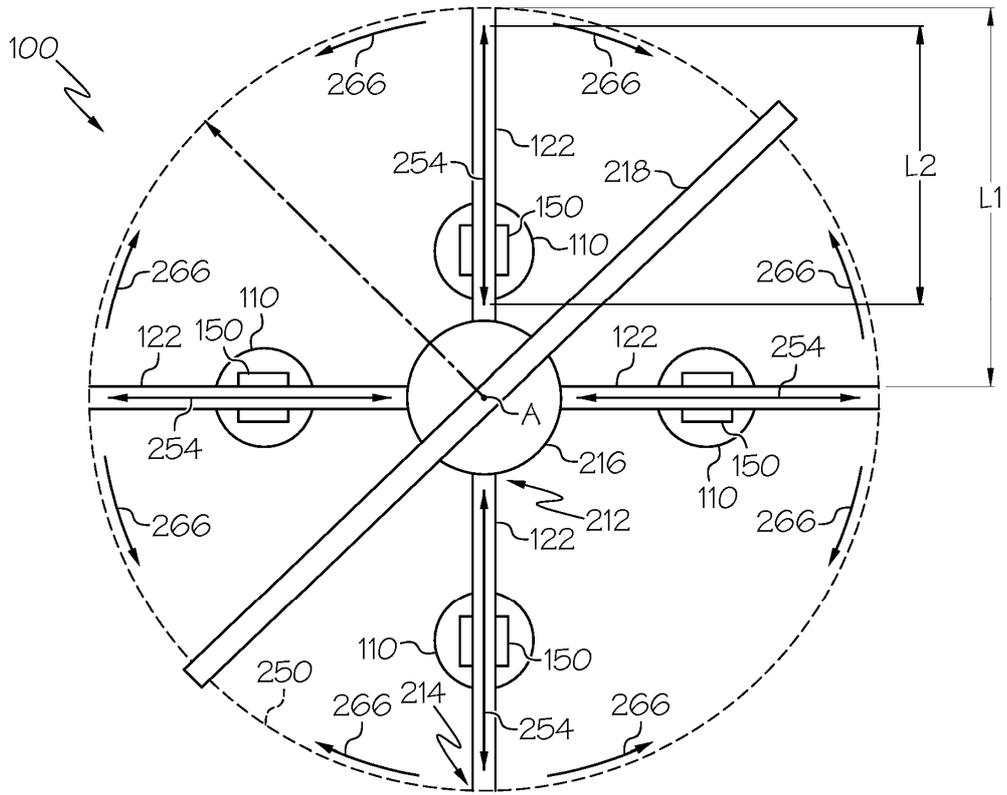


FIG. 14

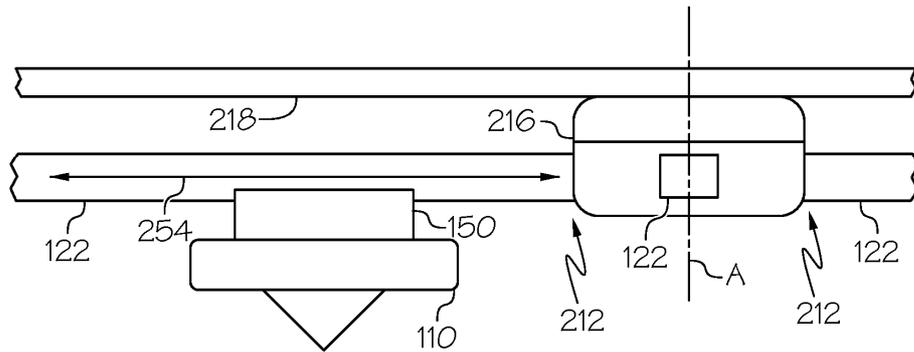


FIG. 15

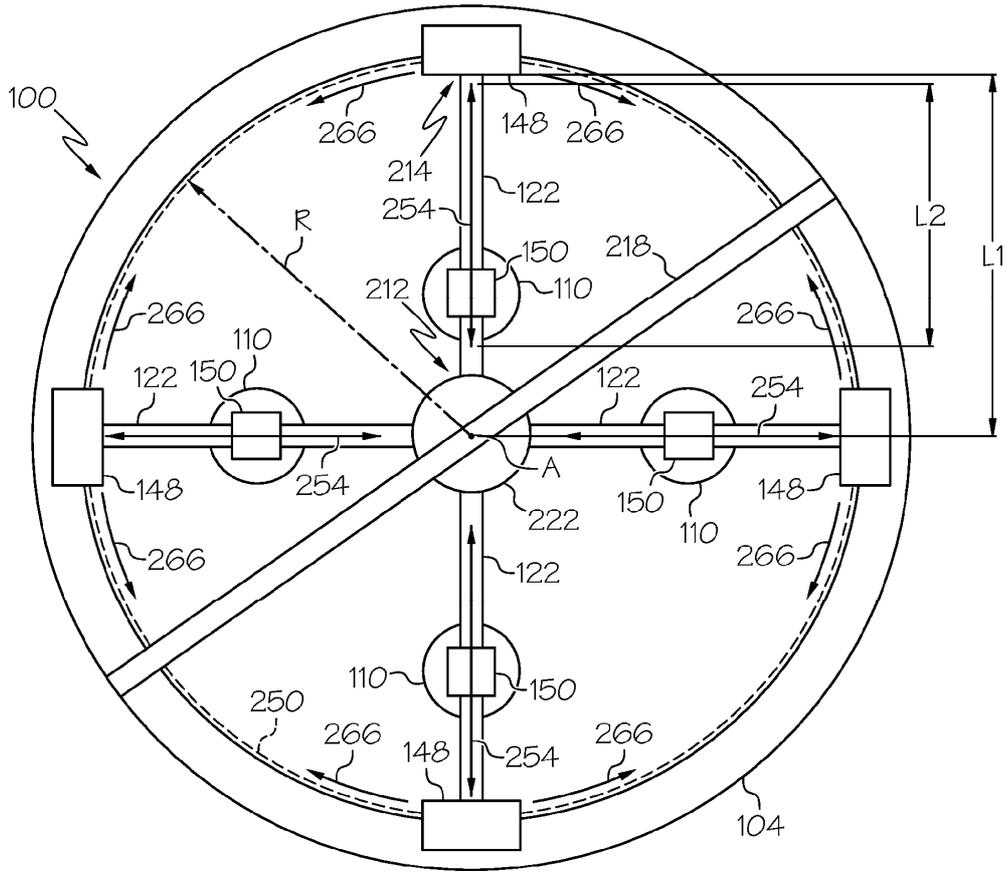


FIG. 16

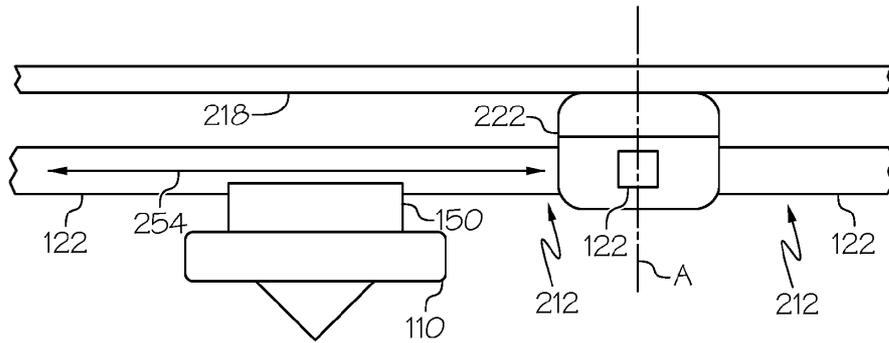


FIG. 17

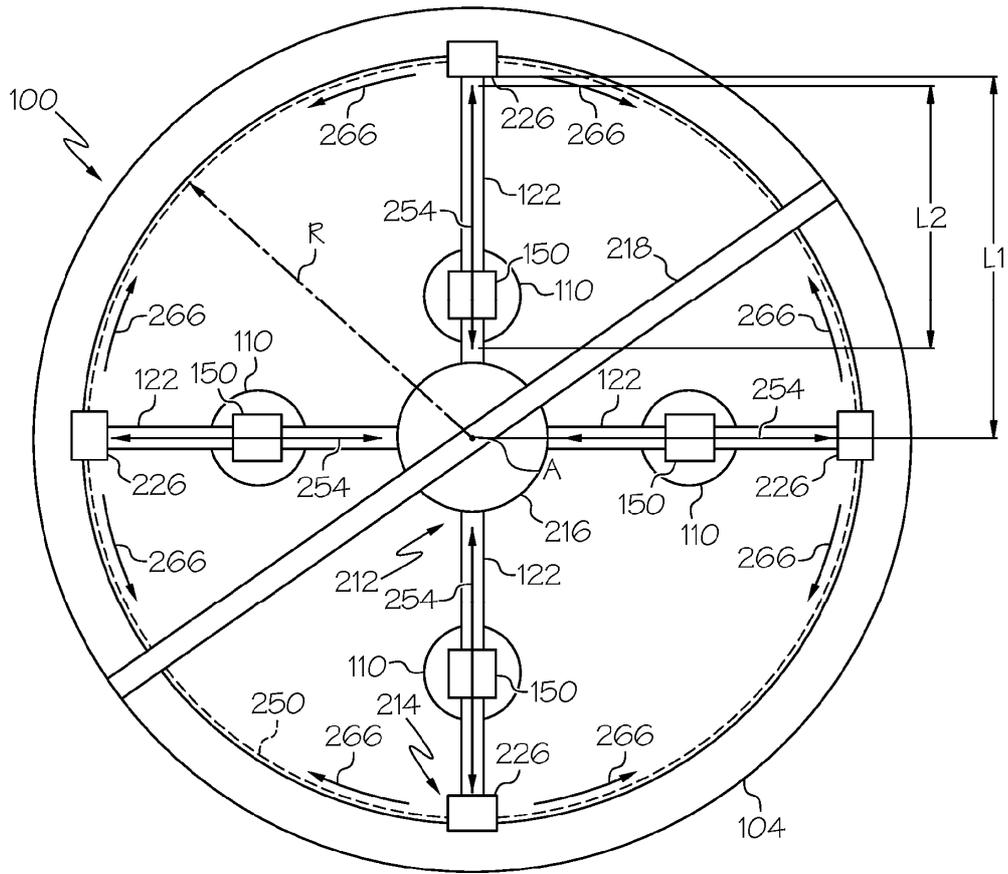


FIG. 18

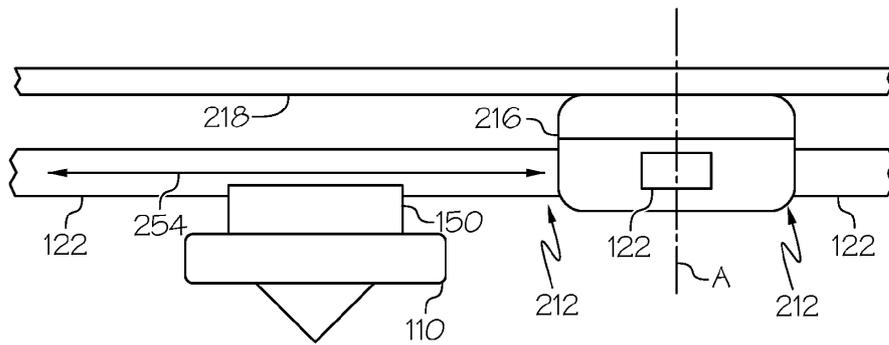


FIG. 19

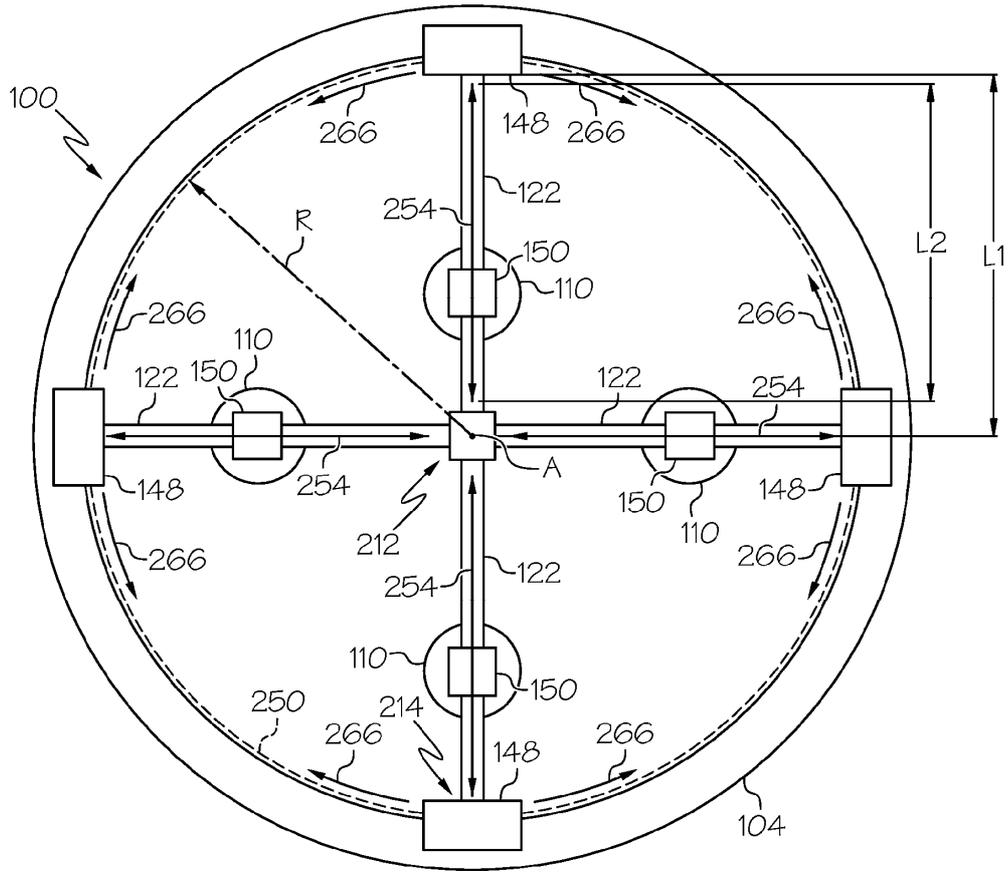


FIG. 20

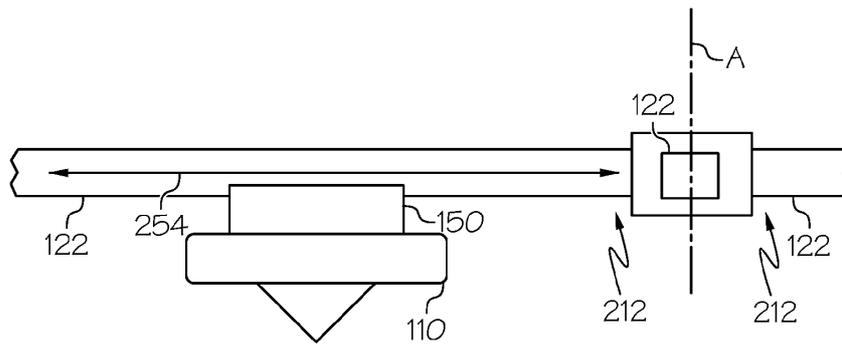


FIG. 21

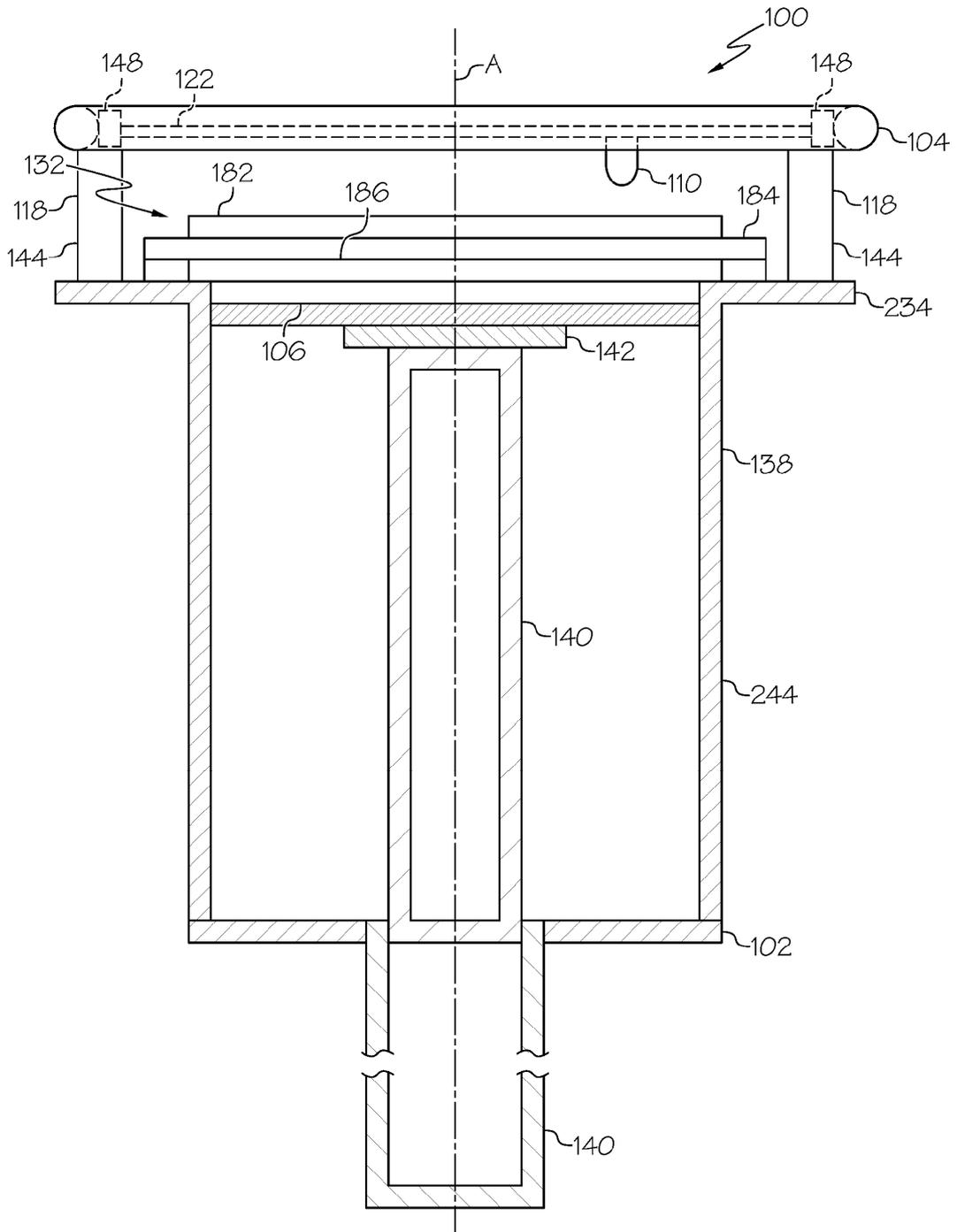


FIG. 22

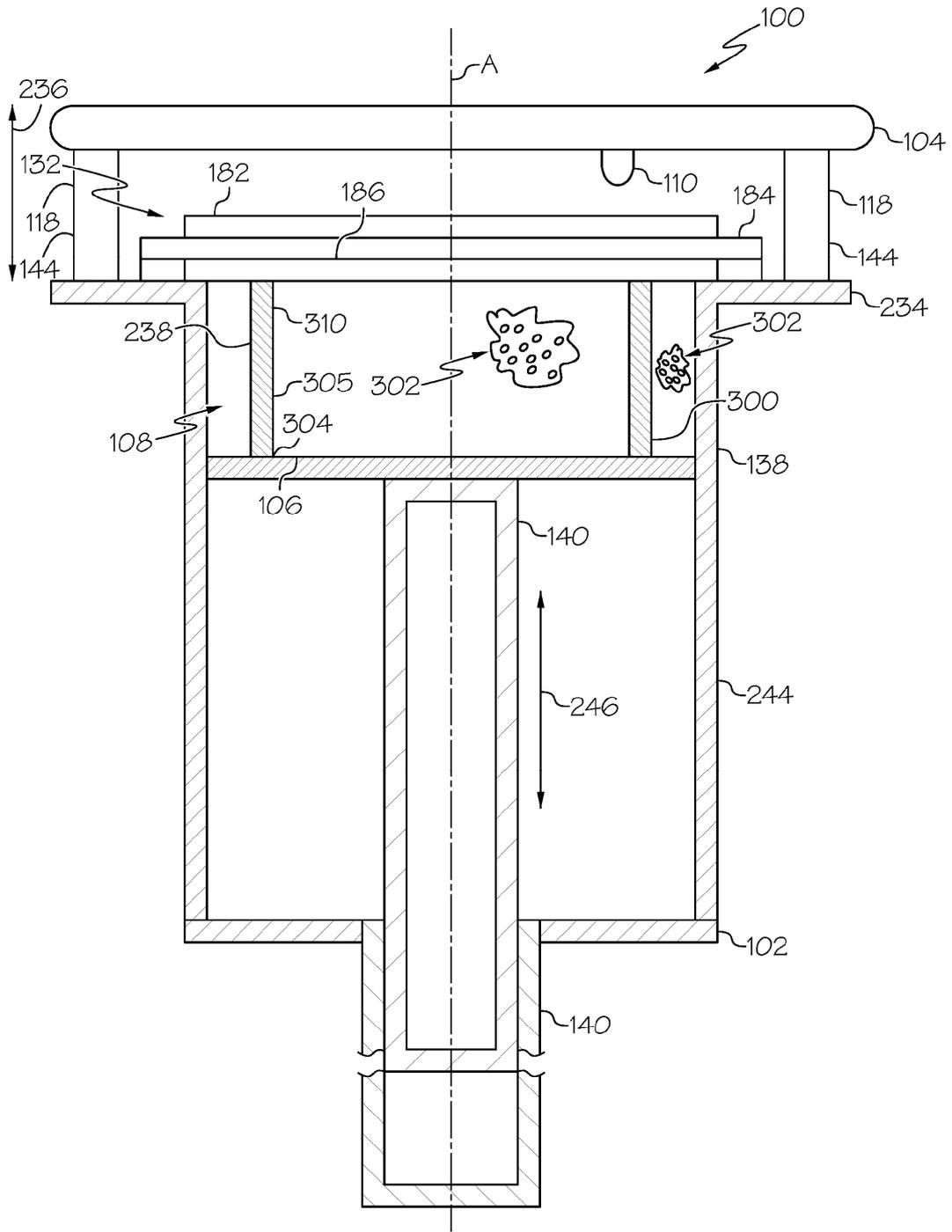


FIG. 23

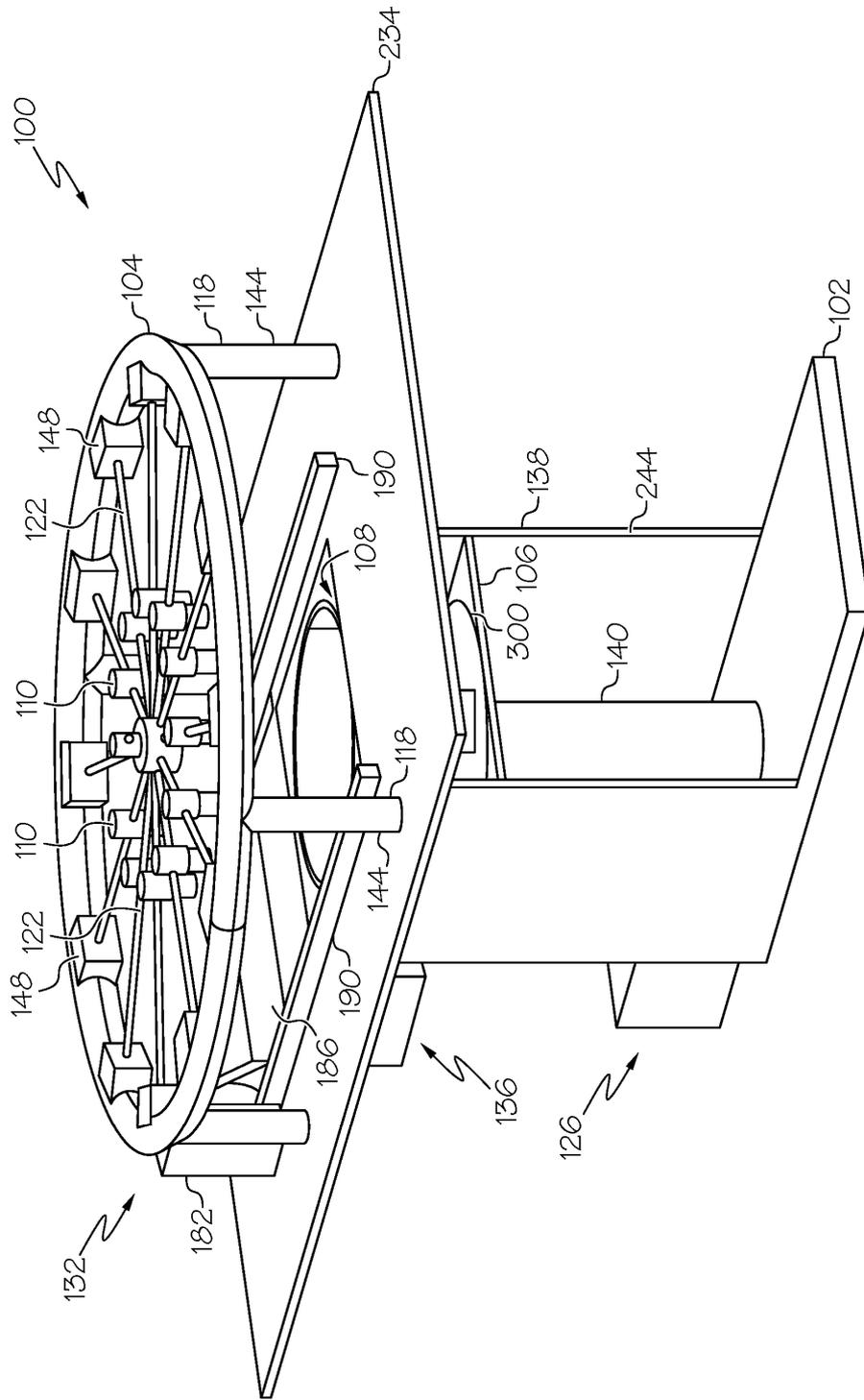
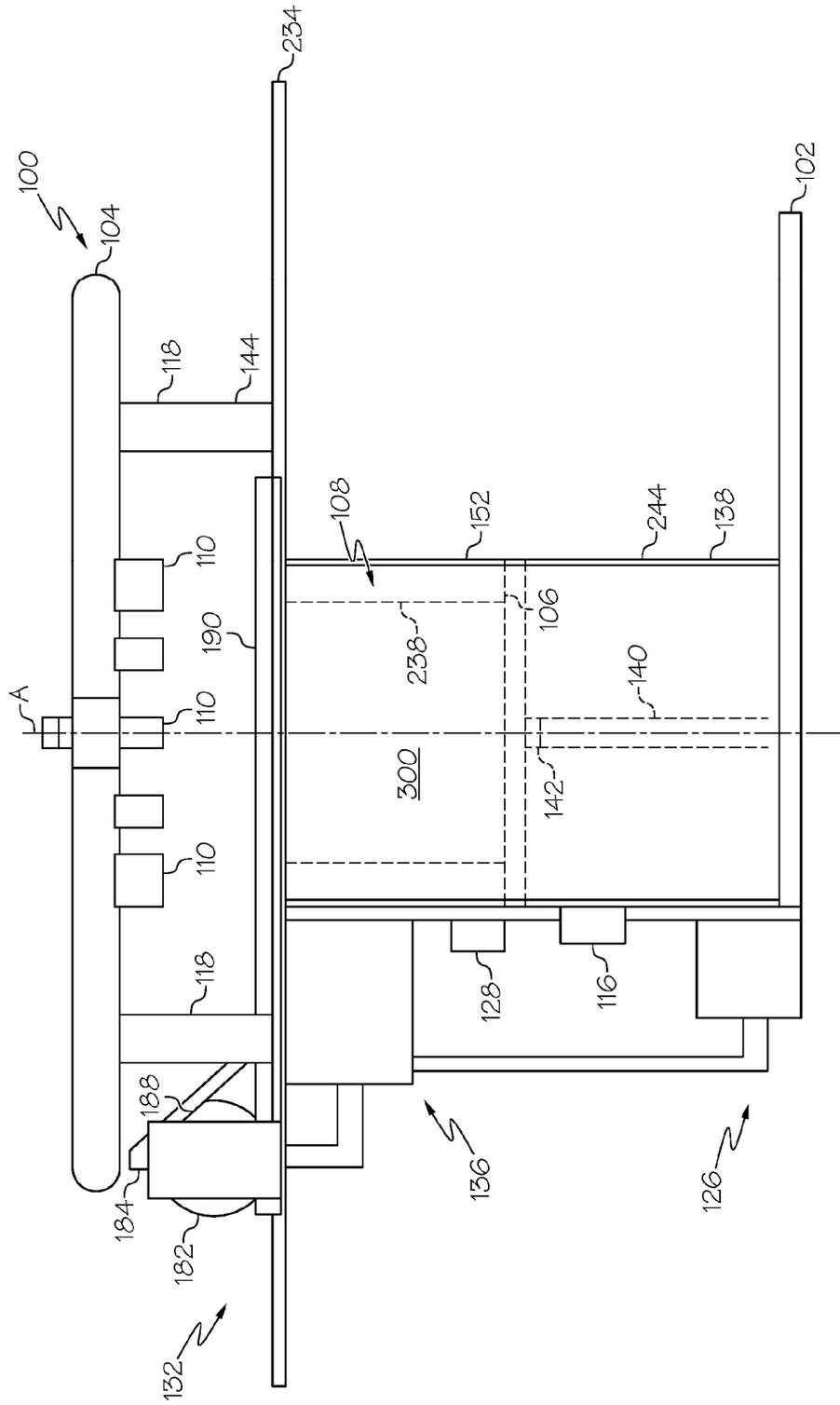


FIG. 24



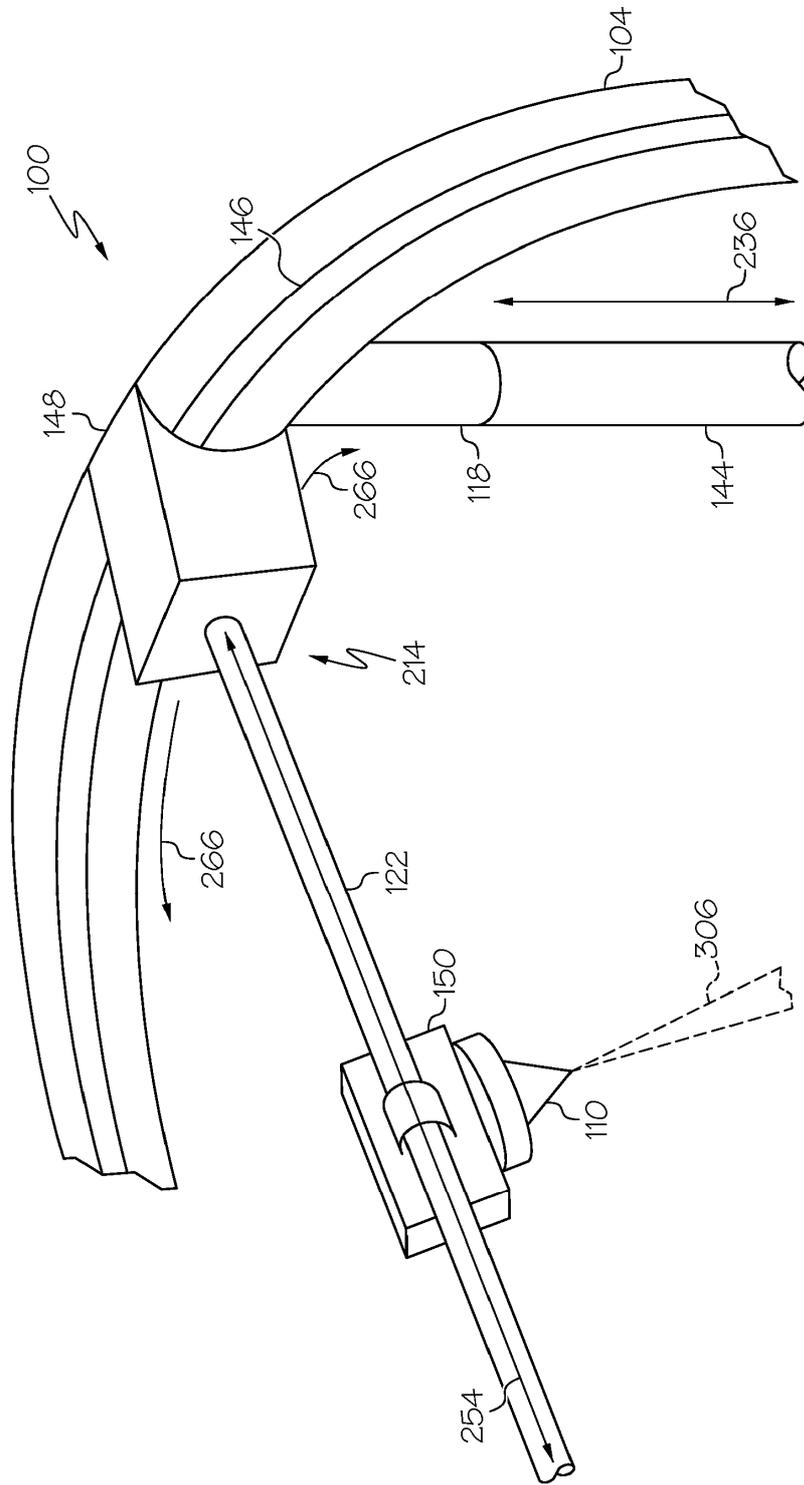


FIG. 26

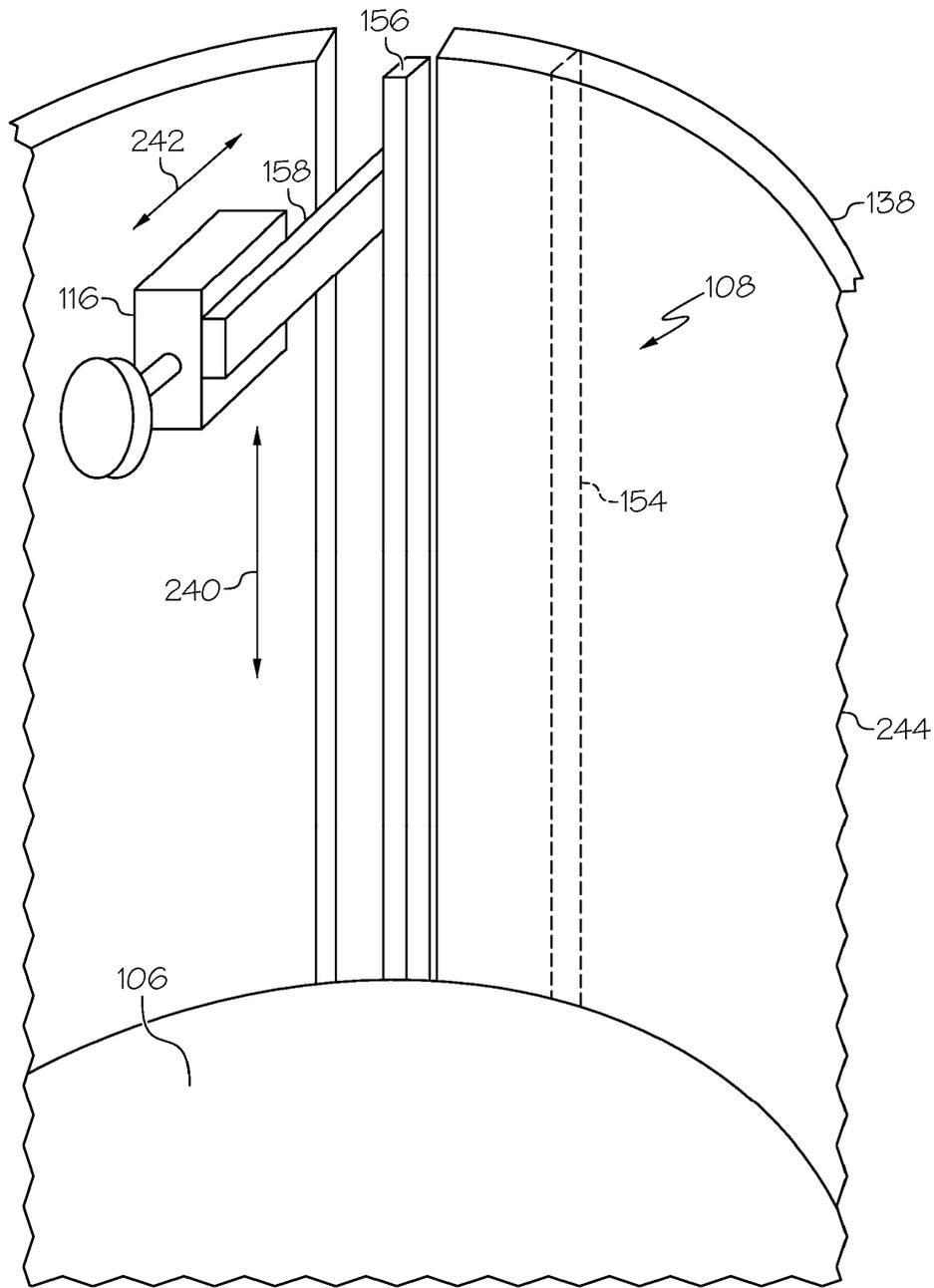


FIG. 27

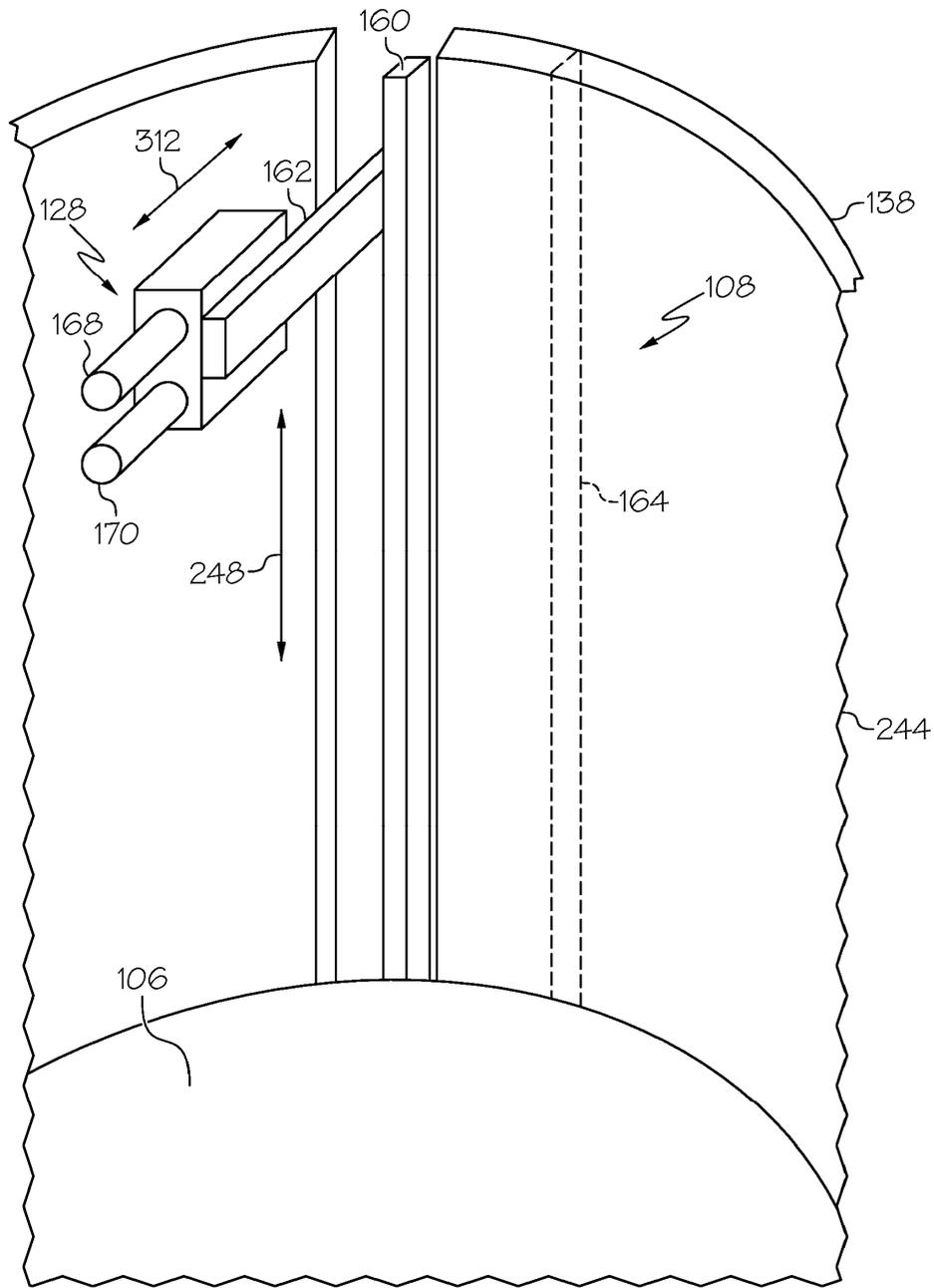


FIG. 28

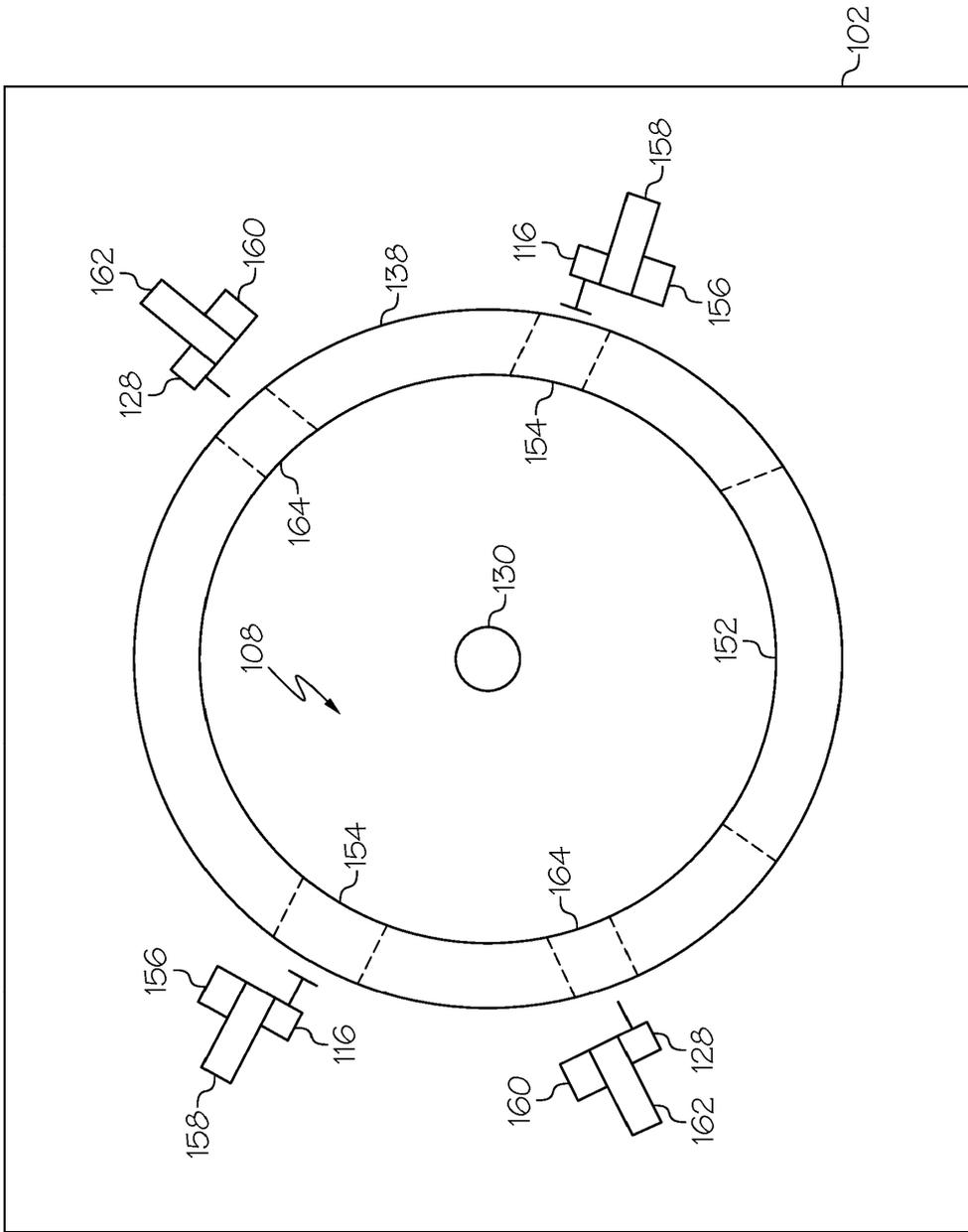


FIG. 29

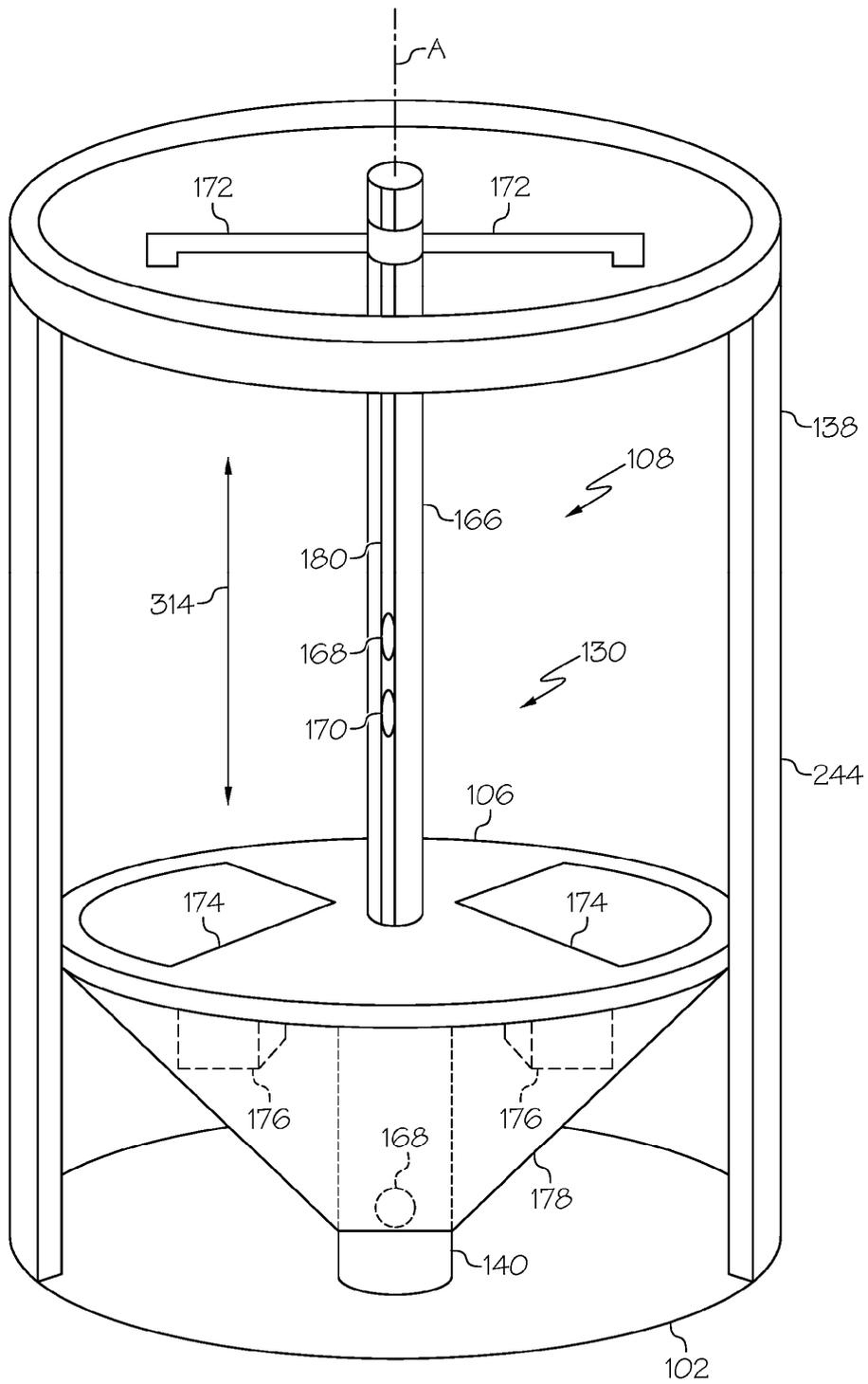


FIG. 30

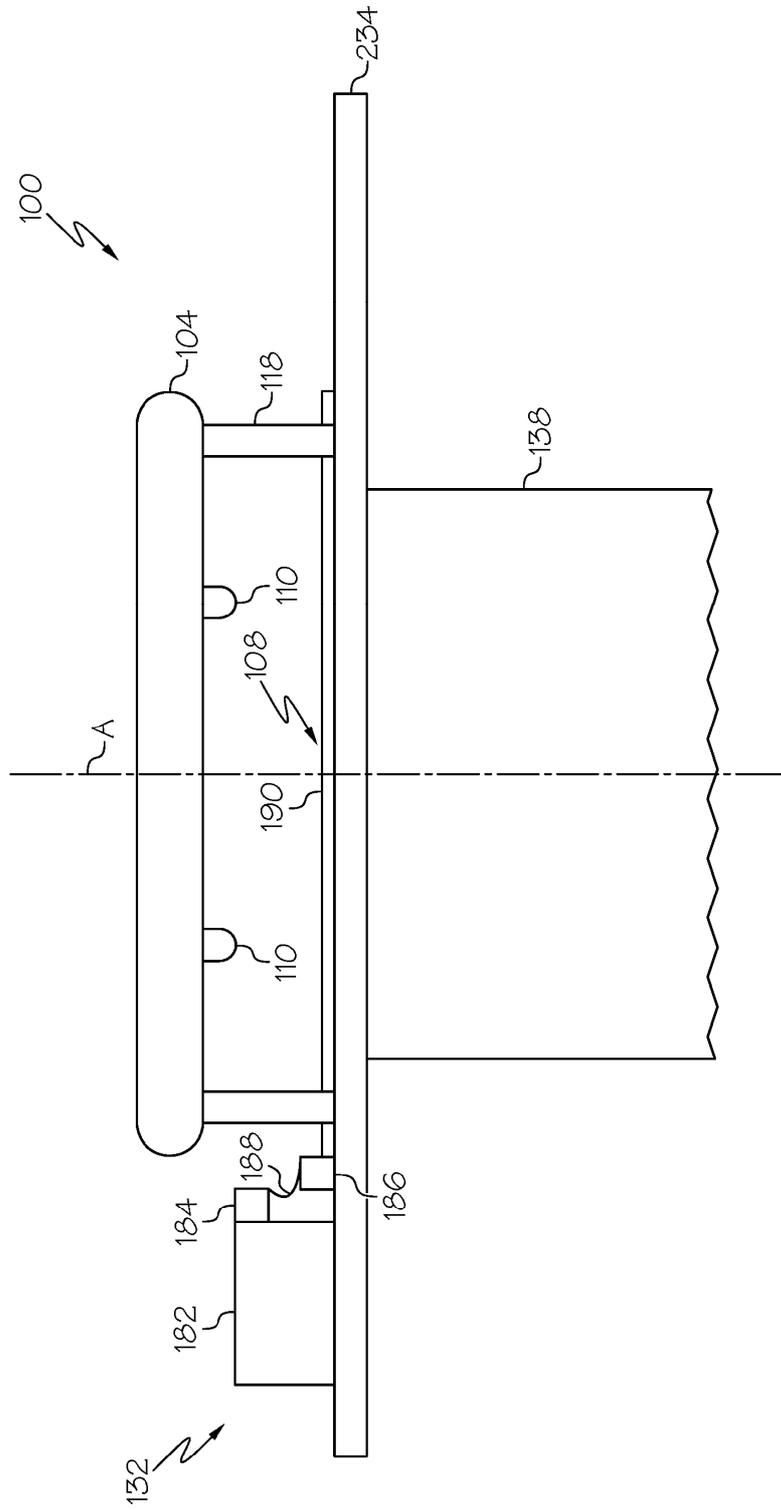


FIG. 31

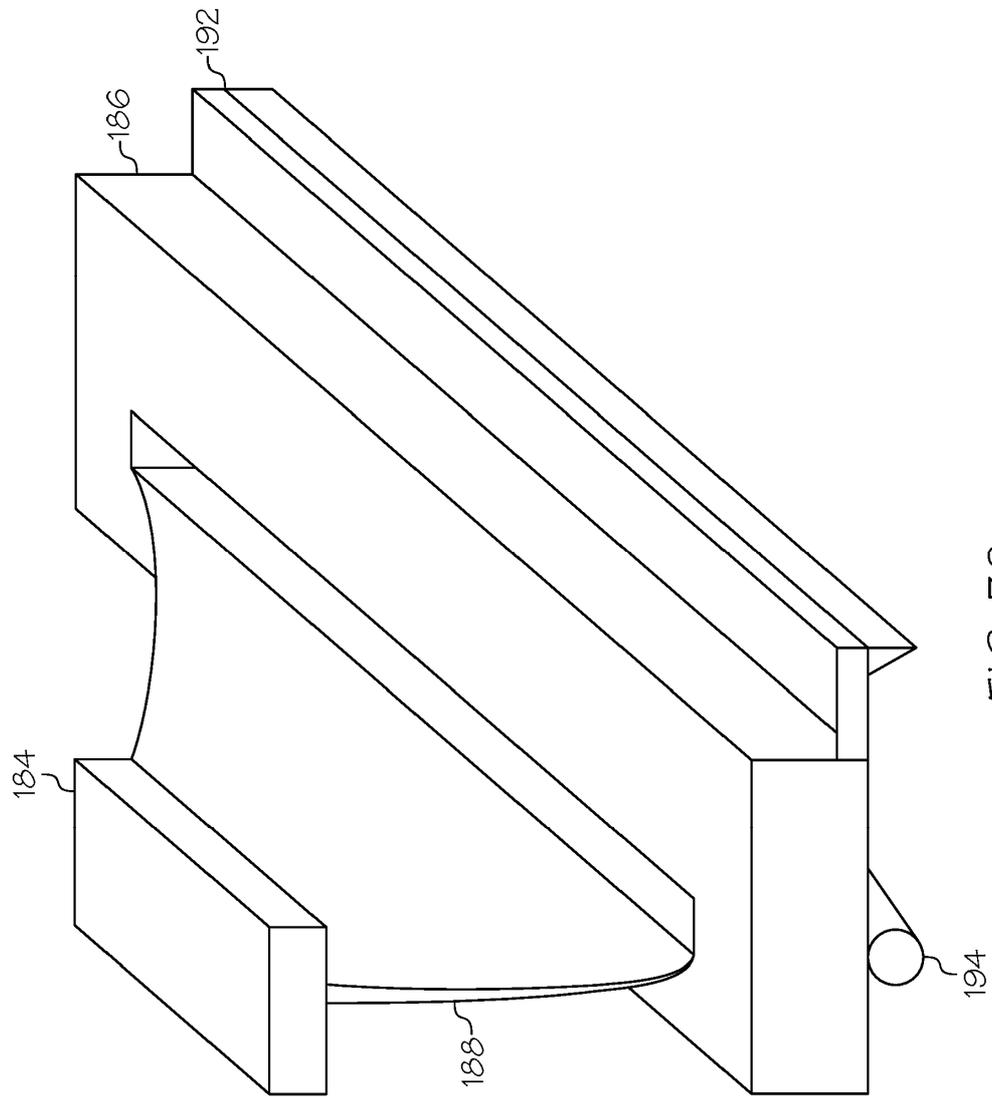


FIG. 32

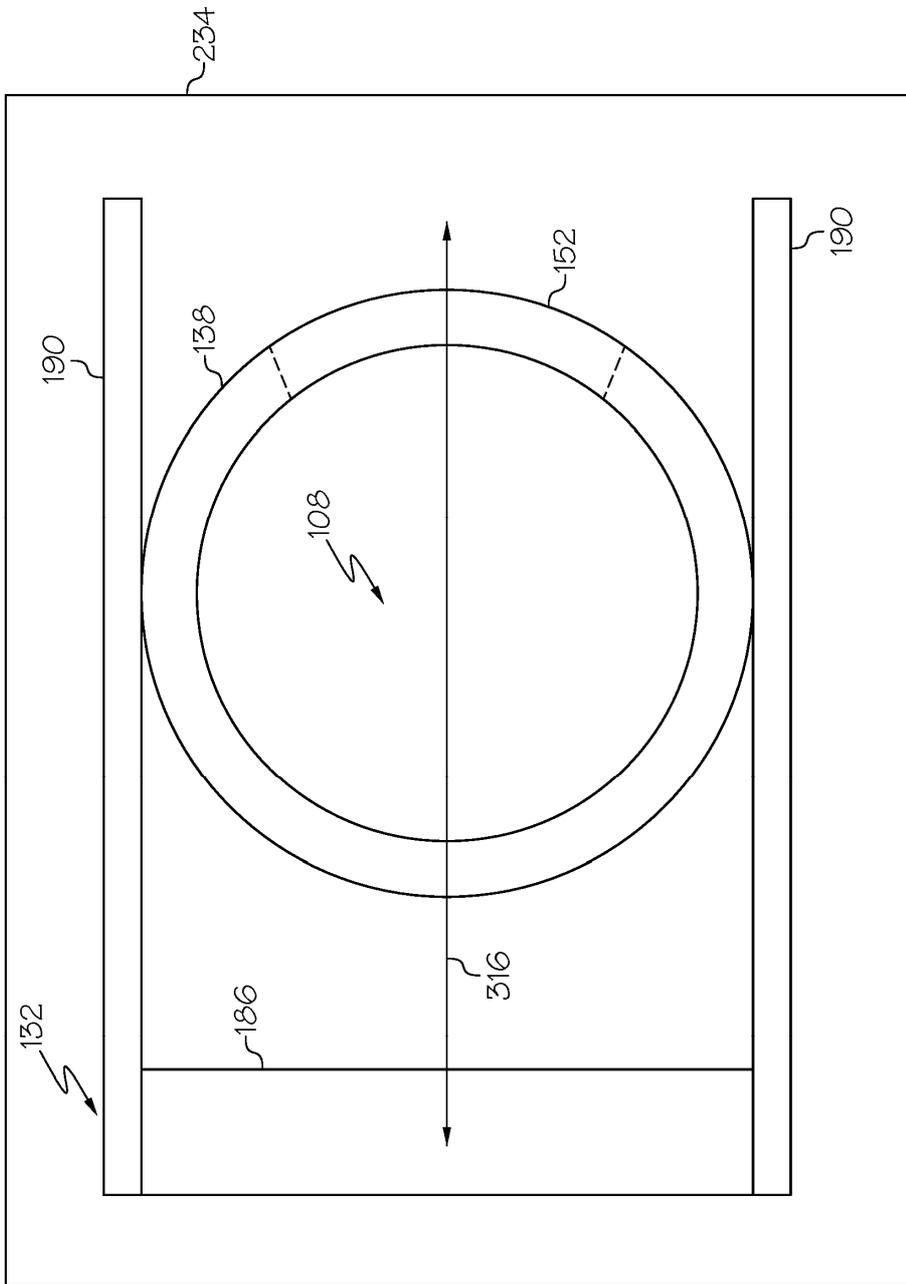


FIG. 33



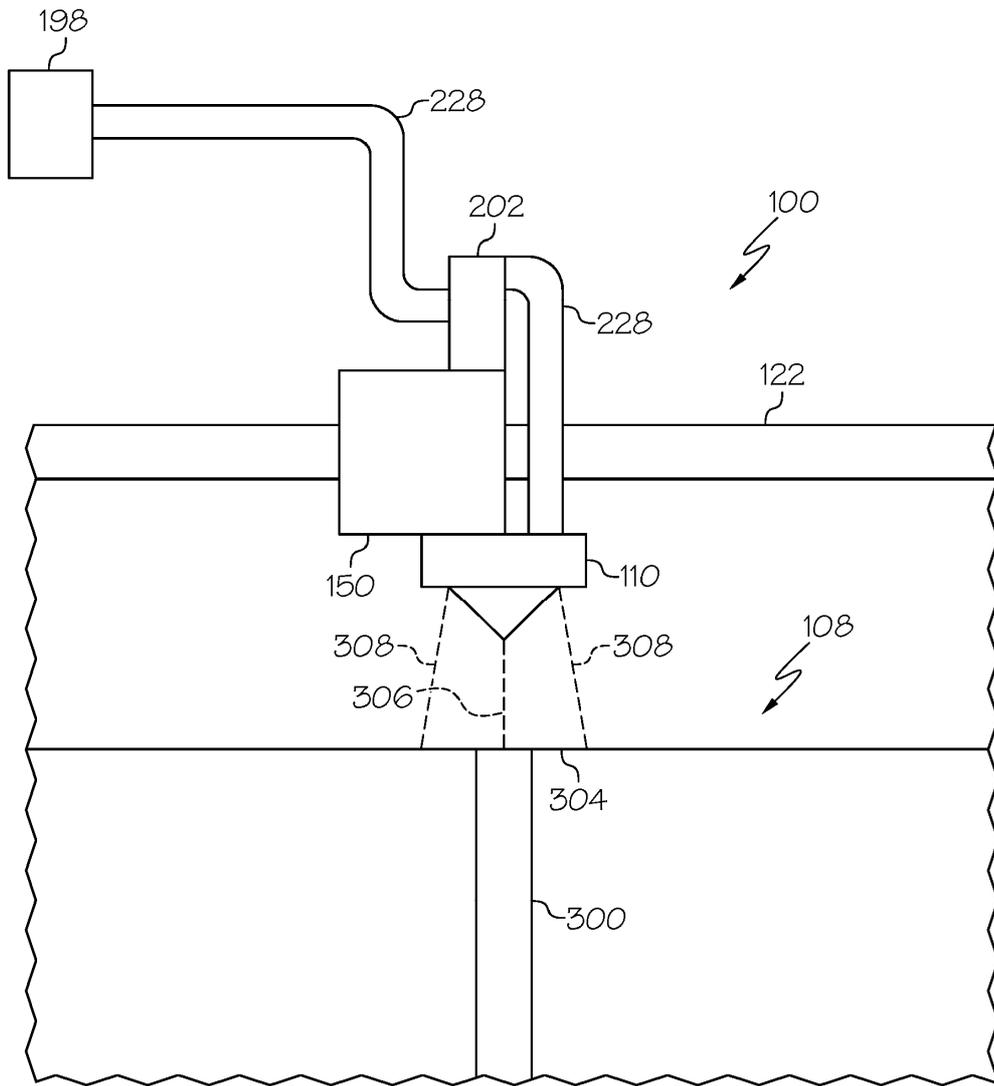


FIG. 35

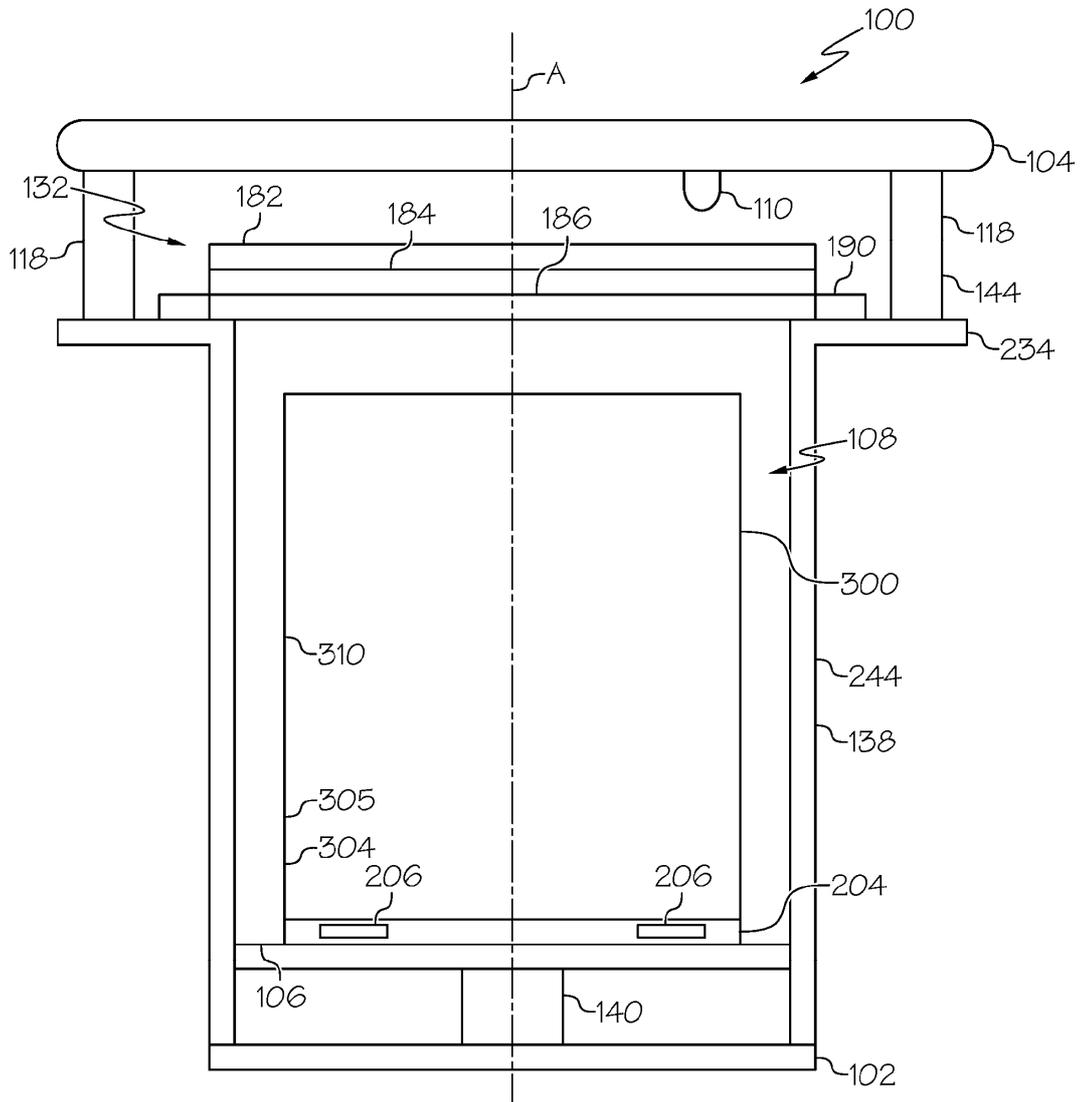


FIG. 36

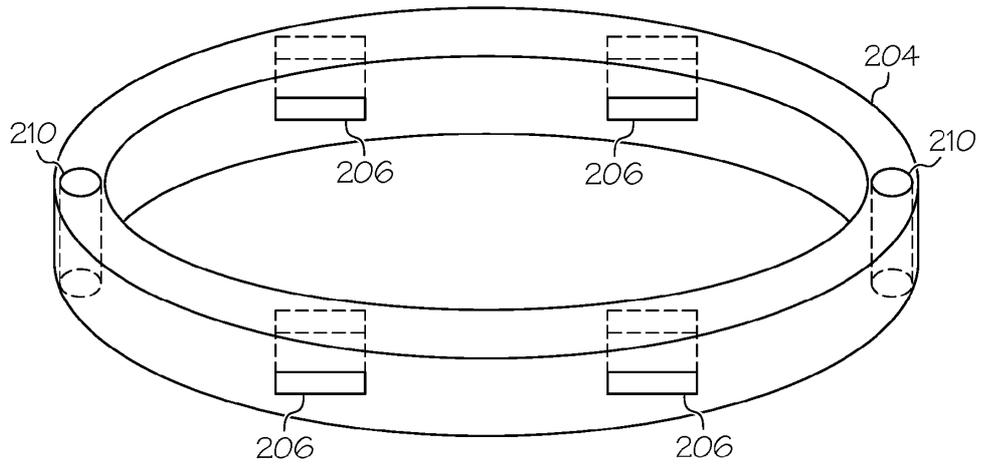


FIG. 37

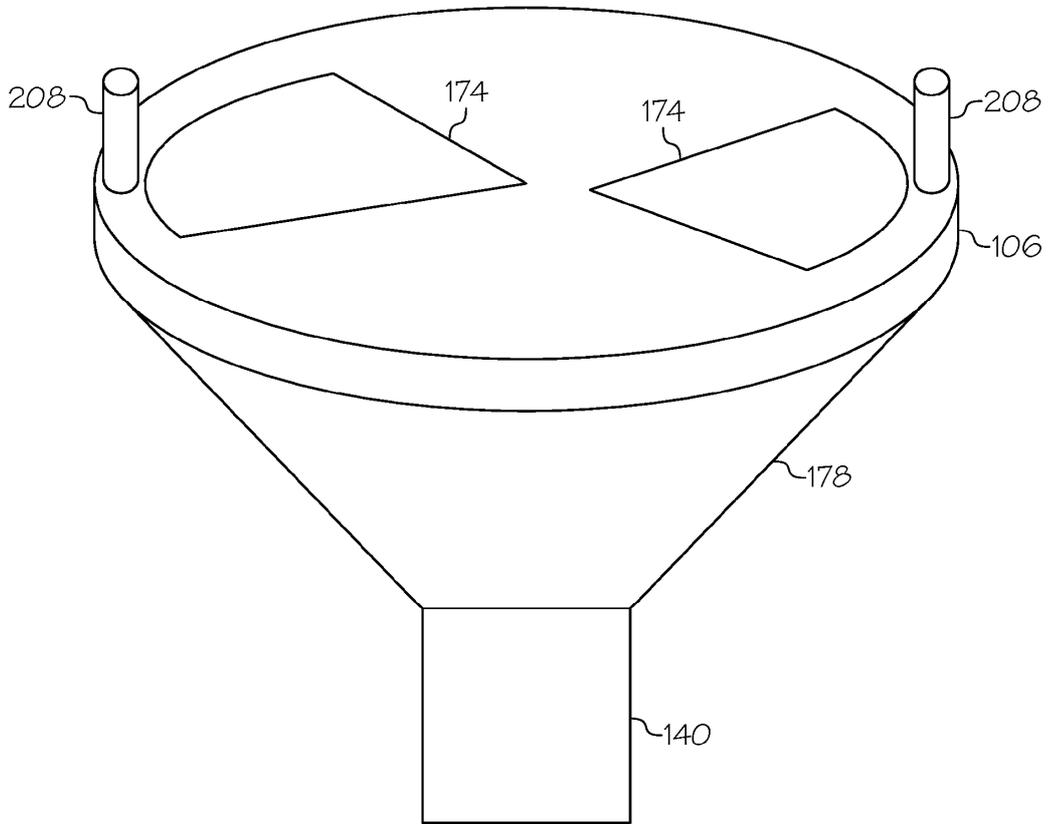


FIG. 38

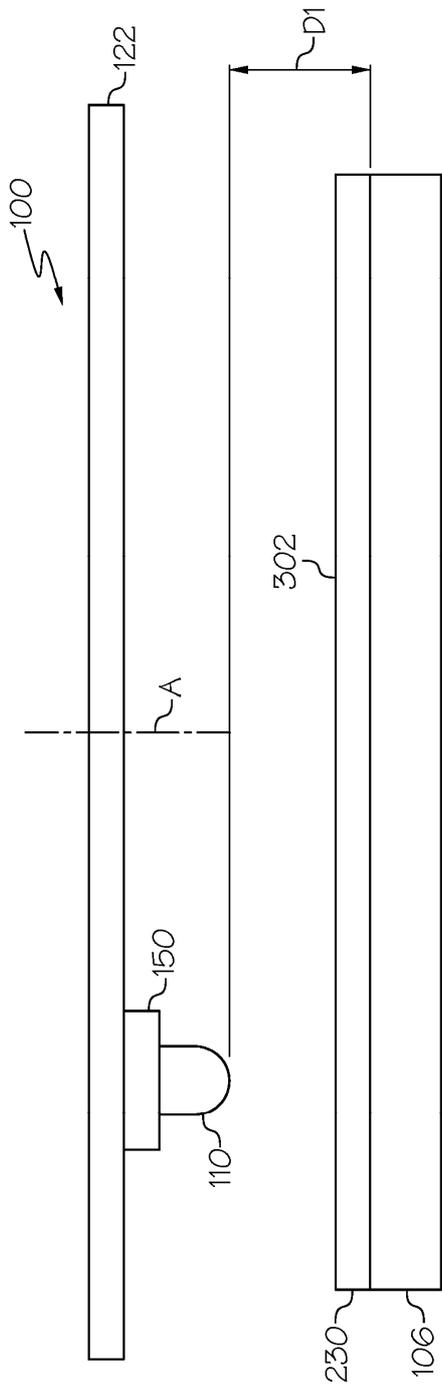


FIG. 39

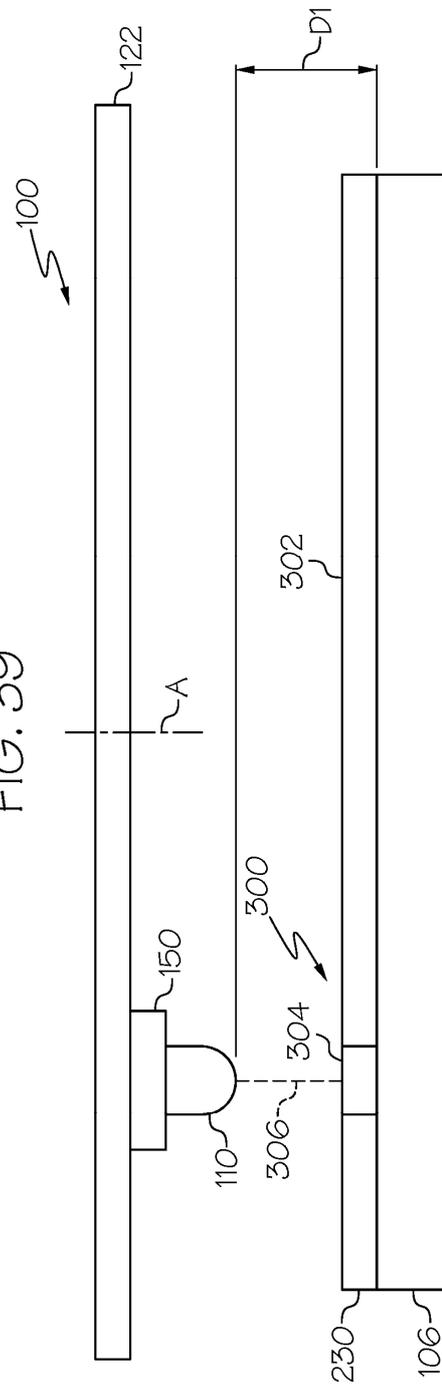


FIG. 40

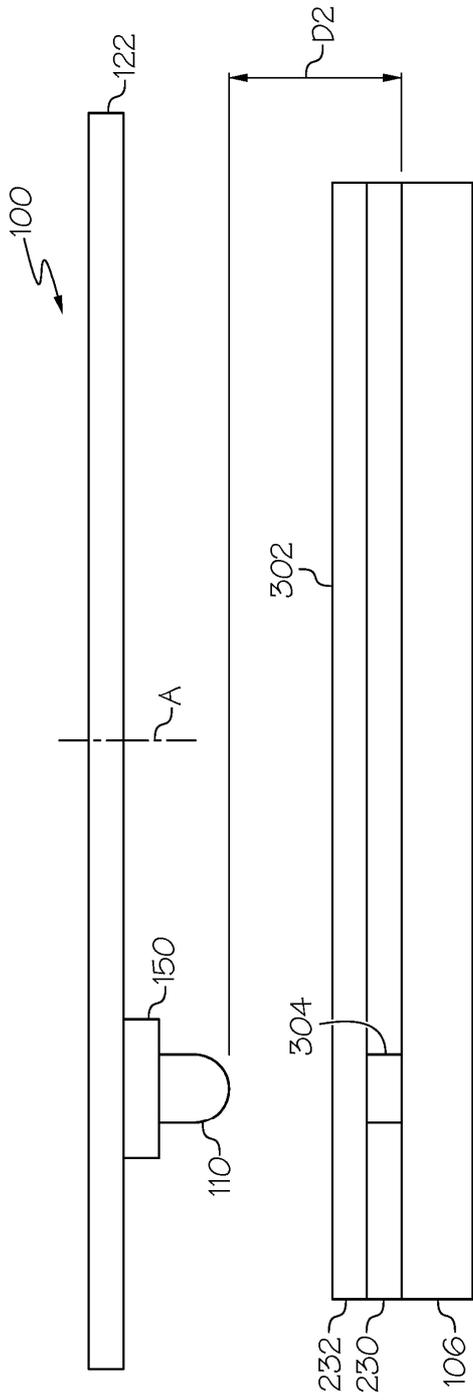


FIG. 41

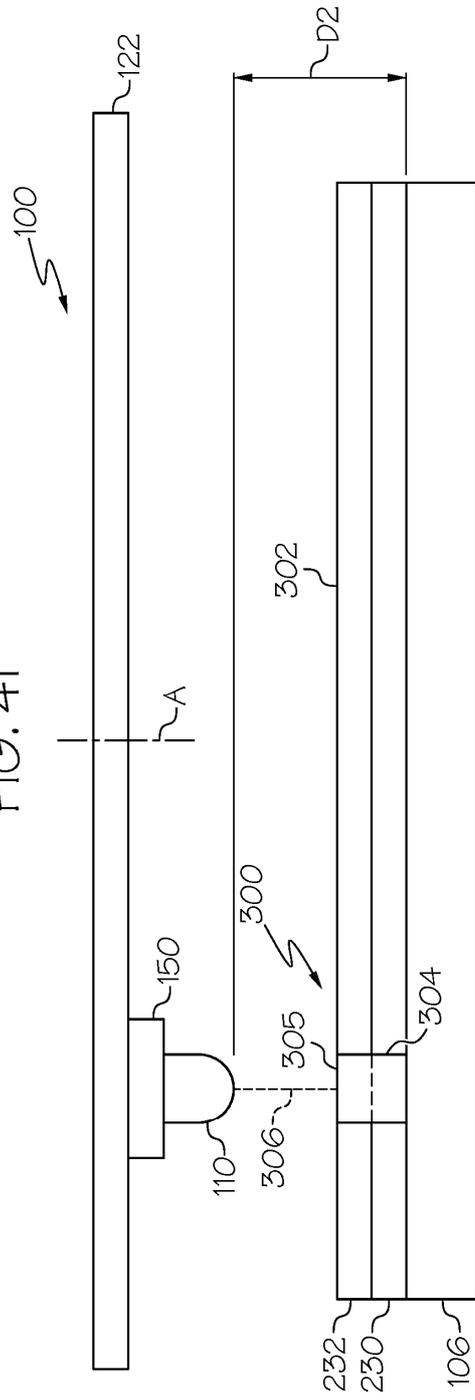


FIG. 42

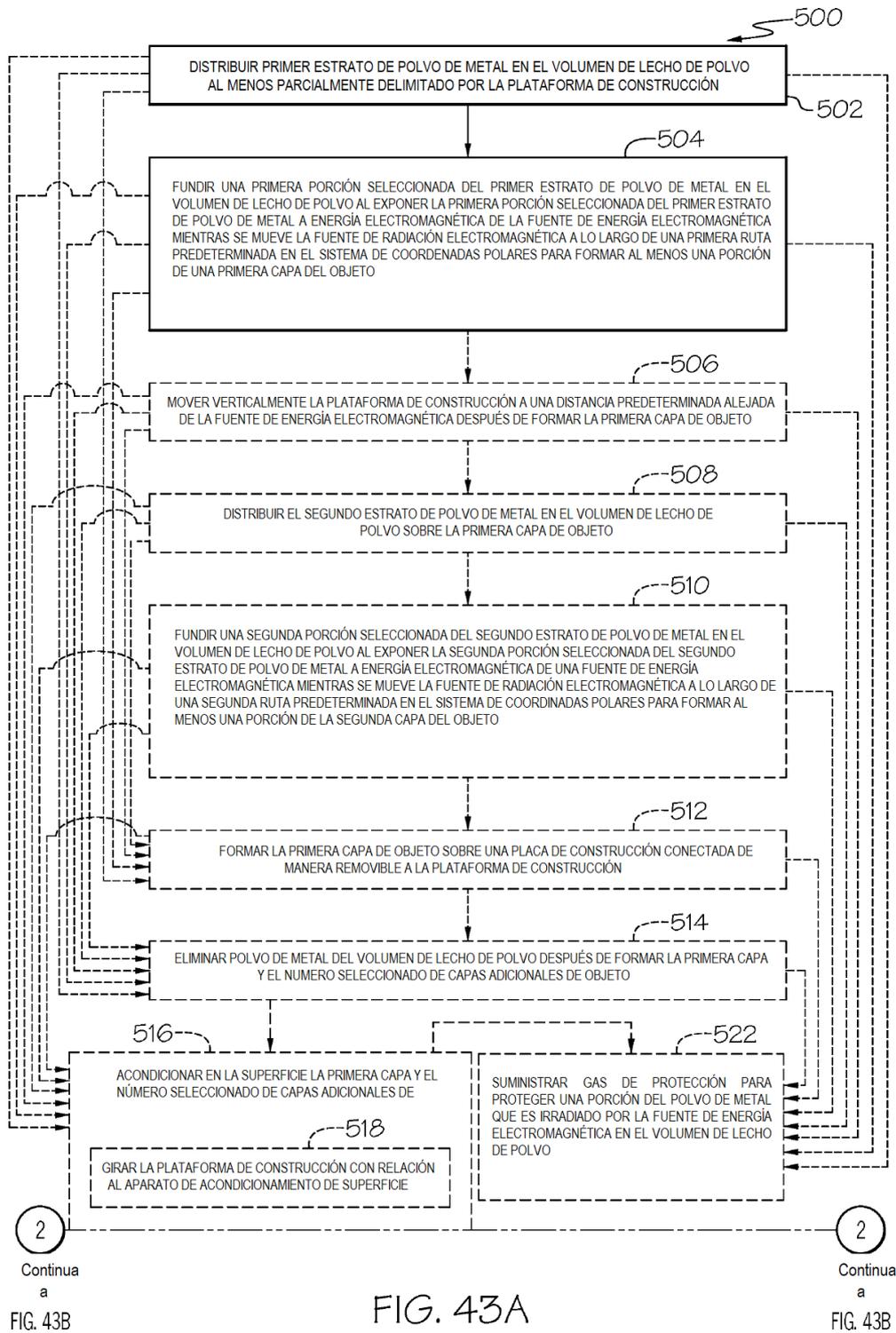


FIG. 43A

continua  
de  
FIG. 43A

continua  
de  
FIG. 43A

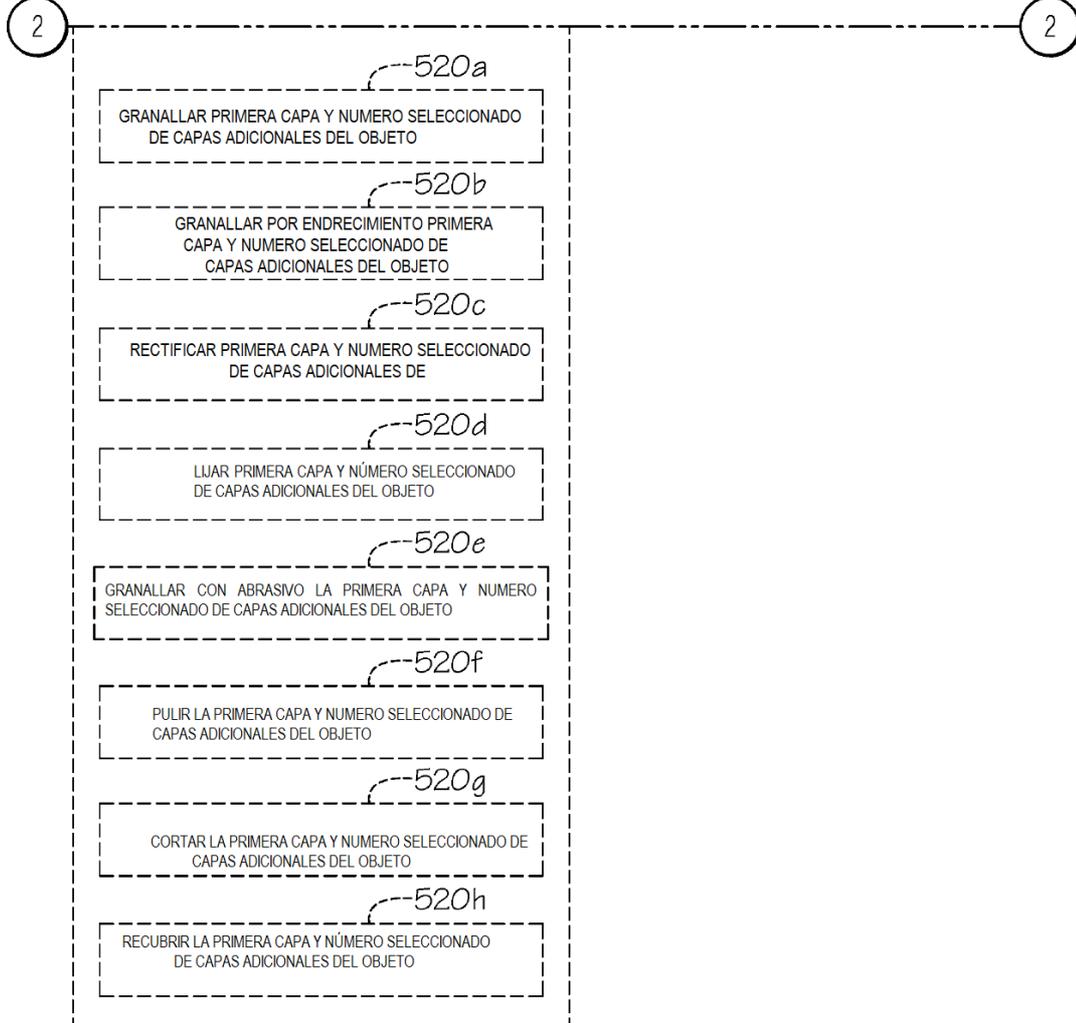


FIG. 43B

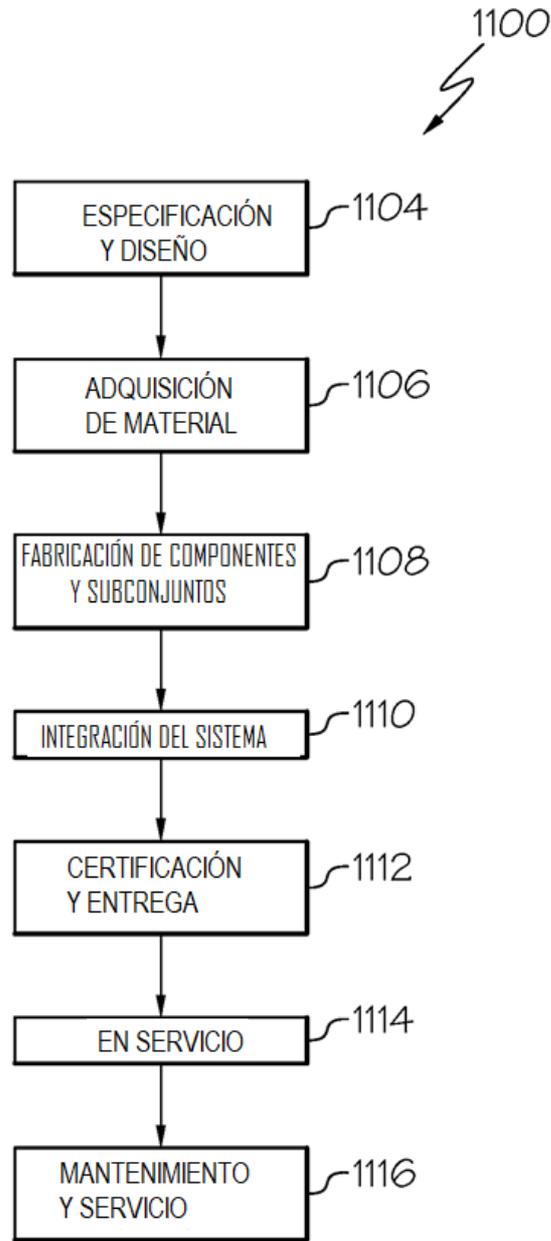


FIG. 44

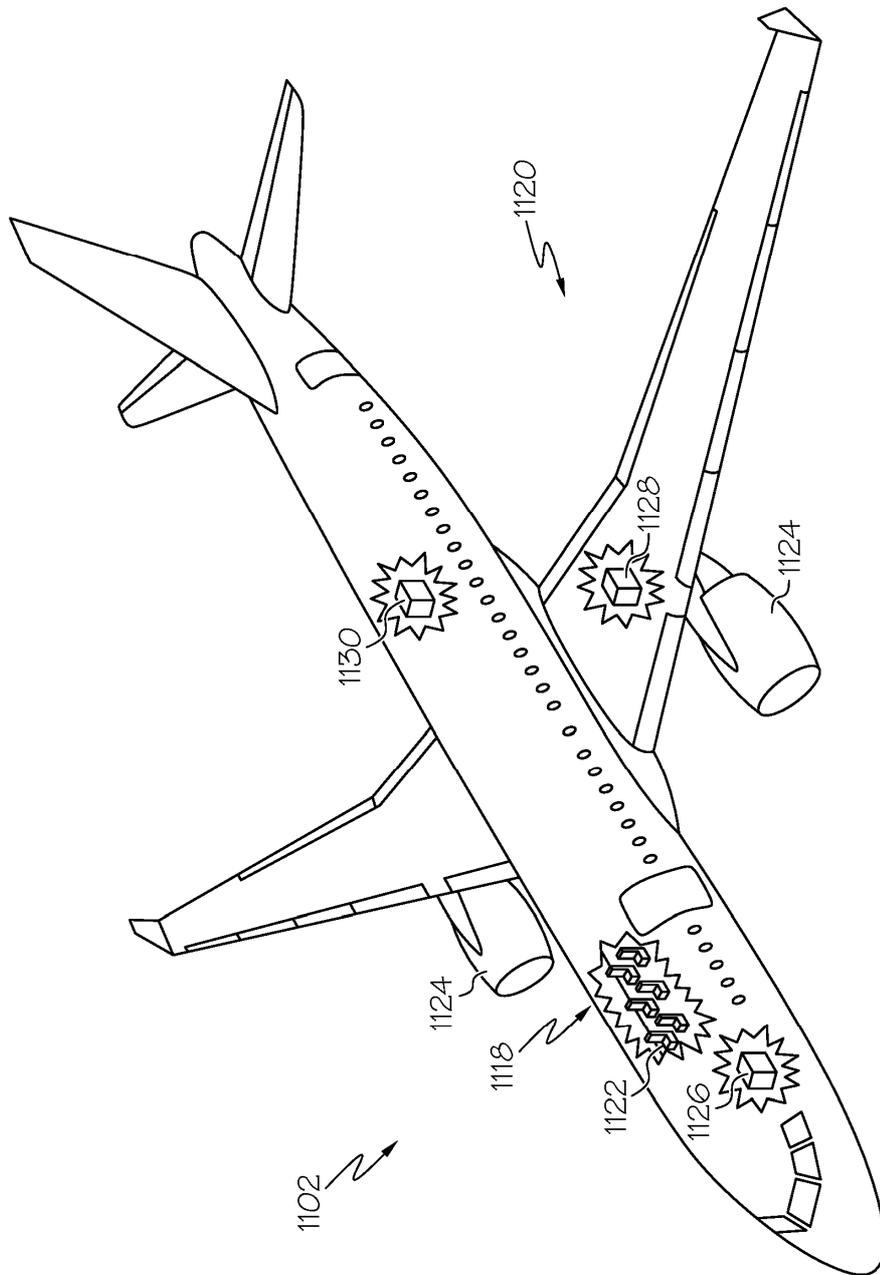


FIG. 45