

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 907 750**

51 Int. Cl.:

B33Y 30/00 (2015.01)
B29C 64/118 (2007.01)
B29C 64/393 (2007.01)
B33Y 50/02 (2015.01)
B29C 64/106 (2007.01)
B33Y 10/00 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2015** **E 19213840 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.12.2021** **EP 3636435**

54 Título: **Método para operar una impresora 3D.**

30 Prioridad:

25.02.2014 JP 2014033906

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

26.04.2022

73 Titular/es:

YUYAMA, SEIICHI (100.0%)
11-3 Kugai 2-chome
Nagaokakyo-shiKyoto 617-0837, JP

72 Inventor/es:

YUYAMA, SEIICHI

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 907 750 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

Método para operar una impresora 3D

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método para operar una impresora tridimensional, y en particular la estructura de una parte de extrusión material de una impresora tridimensional (impresora 3D) para producir un objeto moldeado tridimensional con un método de modelado por deposición fundida.

Técnica antecedente

10 Hasta ahora, como método para producir un objeto moldeado tridimensional con un método de modelado por deposición fundida, por ejemplo, el siguiente Documento de Patente 1 divulga un método para producir una estructura médica tridimensional diminuta. En este método, mientras que los movimientos de una jeringa diminuta y la etapa de moldeo frente a la jeringa se controlan en función de los datos de forma de una estructura tridimensional, se forma una estructura tridimensional médica diminuta repitiendo una etapa de descarga de un producto de adelgazamiento fundido térmicamente hecho de una resina biodegradable de una boquilla de jeringa.

15 Además, el siguiente Documento 2 de Patente divulga un método para formar una estructura tridimensional que no requiere material tipo filamento. En el método, se extruye un material polimérico fundido térmicamente desde una boquilla usando un dispensador de presurización de gas, y se controla la posición de descarga de la boquilla en este momento.

20 Sin embargo, el método descrito en el Documento 1 de Patente disminuye el volumen de la resina almacenada en la jeringa, lo que provoca un problema de que no se puede producir un objeto moldeado grande. El método del Documento 2 de Patente hace que sea necesario preparar nitrógeno o dióxido de carbono como un gas inactivo contra el material polimérico para suprimir la generación de un óxido causado por la descomposición térmica, y dificulta el control de la descarga de la resina ya que la resina fundida se extruye por presurización de gas, lo que es desventajosamente apto para provocar que la resina gotee desde la punta de la boquilla.

25 Además, en la producción de un objeto moldeado en tres dimensiones utilizando una impresora tridimensional que ha sido ampliamente utilizado en estos días, PLA (ácido poliláctico) dentro de una forma de filamentos o un filamento de ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) se utiliza como material para laminar. Este filamento es presurizado por un motor de alimentación y extruido desde la punta de la boquilla a través del bloque calentado, para formar un objeto moldeado. Sin embargo, la impresora tridimensional convencional que utiliza dicho filamento tiene menos probabilidades de controlar la velocidad de envío del filamento, y es probable que provoque la obstrucción del filamento. La obstrucción de la boquilla detiene de manera desventajosa una etapa de formación y limita el material adecuado para el filamento, lo que hace que sea imposible usar gránulos (materiales granulares) hechos de varios materiales disponibles comercialmente.

30 El Documento 3 de Patente se refiere a un dispositivo, sistema y método integrado de Refrigeración Asistida (AC) para su uso con dispositivos de Deposición de Extrusión de Precisión (PED), que permiten el uso de biopolímeros que tienen puntos de fusión más altos en la fabricación de andamios 3D. El dispositivo de AC enfría el filamento a medida que sale de la boquilla a través del enfriamiento por convección de bajo flujo. El dispositivo de AC permite el enfriamiento en la dirección de movimiento +/- en un plano XY. El dispositivo de AC se eleva con la cámara de entrega de material. El dispositivo de AC permite la fabricación de andamios a temperaturas aplicadas de hasta aproximadamente 250 °C.

40 El documento 4 de Patente se refiere a sistemas y métodos de fabricación aditiva para construir objetos tridimensionales (3D) con técnicas de fabricación aditiva basadas en capas. En particular, la presente divulgación se refiere a sistemas de fabricación aditiva basados en capas para imprimir confitería de chocolate comestibles.

45 El Documento 5 de Patente se refiere a sistemas y métodos de control para extrusoras de plástico, y más particularmente a tales sistemas y métodos en los que las dimensiones y la viscosidad se controlan automáticamente de forma continua.

El documento 6 de patente se refiere a un aparato y método para controlar la extrusión de una materia prima plástica, y más particularmente a un aparato y método de control de extrusión que proporciona uniformidad de forma de extrusión mejorada a través del control de la viscosidad.

Documentos de la técnica anterior

50 Documentos de patentes

Documento 1 de Patente: JP-A-2010-99494

Documento 2 de Patente: JP-A-2008-194968

Documento 3 de Patente: US 2012/080814 A1

Documento 4 de Patente: US 2012/251688 A1

Documento 5 de Patente: US 2004/032040 A1

Documento 6 de Patente: US 4 721 589 A

Sumario de la invención

Problemas a resolver por la invención

- 5 La presente invención resuelve los problemas de la técnica convencional, y el objeto de la presente invención es proporcionar una impresora tridimensional que puede utilizar gránulos de diferentes materiales y producir un objeto moldeado grande sin necesidad de un gas inactivo.

10 El presente inventor ha estudiado diversos métodos, y, como resultado, el inventor ha encontrado que la siguiente constitución puede ajustar la cantidad de una resina fundida de descarga desde una punta de boquilla, también evita el goteo de resina desde la punta de la boquilla, el uso de gránulos comercialmente disponible hechos de una amplia variedad de materiales sin usar un filamento hecho de un material restringido, y es adecuado también para producir un objeto moldeado grande. En la constitución, una parte de extrusión de resina fundida en una impresora tridimensional es una extrusora pequeña (aparato de extrusión) en la que se dispone un tornillo en un cilindro, una 15 tolva capaz de suministrar un material de resina granular se une a la extrusora, y la rotación del tornillo está controlada por un motor de tornillo, y una bomba de engranajes provista en el lado de la punta del tornillo está controlada por un motor de bomba de engranajes. La presente invención se ha completado en base al conocimiento.

Medios para resolver los problemas

20 La invención está definida por las reivindicaciones. A continuación, las partes de la descripción y los dibujos que se refieren a realizaciones que no están cubiertas por las reivindicaciones no se presentan como realizaciones de la invención, sino como ejemplos útiles para comprender la invención.

Más específicamente, la presente invención divulga un método para operar una impresora tridimensional que tiene un aparato de extrusión que incluye un cilindro con un calentador de cilindro, un tornillo dentro del cilindro, una bomba de engranajes con un calentador de bomba de engranajes, estando la bomba de engranajes provista en un lado de la punta del tornillo, y una boquilla con un calentador de boquilla, comprendiendo el método:

- 25 proporcionar un material de resina al cilindro;
calentar el cilindro para fusionar el material de resina en el cilindro
girar el tornillo para enviar una resina fundida hacia la boquilla;
girar la bomba de engranajes para descargar de forma controlada la resina fundida a través de la boquilla;
calentar la bomba de engranajes y la boquilla mientras se descarga la resina fundida; y
30 controlar la rotación del tornillo y la rotación de la bomba de engranajes para que la resina fundida se descargue de manera estable desde la punta de la boquilla,
caracterizado porque el método comprende además: hacer girar inversamente el tornillo y la bomba de engranajes en una cantidad fija de tal manera que se evite que la resina fundida caiga desde la punta de la boquilla cuando se detenga la descarga de la resina fundida.

- 35 Una impresora tridimensional que puede resolver los problemas está equipada con:
un aparato de extrusión, que tiene una boquilla dispuesta en un lado de extremo inferior de un cilindro, un tornillo dispuesto en el cilindro y girado de manera controlable por un motor de tornillo, una bomba de engranajes provista en un lado de la punta del tornillo y girada de forma controlable por un motor de bomba de engranajes, un calentador para calentar el interior del cilindro y una tolva para suministrar un material de resina al cilindro;
40 un aparato de mesa colocado frente a la boquilla del aparato de extrusión; y
un aparato de control para controlar la descarga de una resina desde la boquilla del aparato de extrusión, y para controlar un movimiento del aparato de extrusión y/o el aparato de mesa en las direcciones del eje X, eje Y y eje Z con respecto a un plano de referencia;
45 y en el que el aparato de extrusión y/o el aparato de mesa tienen una estructura movida a través del control de posición en las direcciones del eje X, eje Y y eje Z por el aparato de control.

Una realización está caracterizada porque la impresora tridimensional que tiene las características, está provista de un primer manómetro para medir la presión de la resina en una posición de la punta del tornillo en el lado de la punta del tornillo; se proporciona un segundo manómetro para medir la presión de resina en la boquilla en un lado de descarga de la bomba de engranajes; y la descarga de la resina desde la boquilla es controlada por el aparato de 50 control basado en las presiones de resina medidas con el primer y el segundo manómetros.

Una realización está caracterizada porque la impresora tridimensional que tiene las características, un aparato de control de la presión para controlar la presión en la boquilla se proporciona en la boquilla; el volumen de un espacio interno de la boquilla puede ser cambiado por el aparato de control de presión. La impresora tridimensional provista con el aparato de control de presión puede controlar una respuesta rápida de una resina que tiene viscosidad en la punta de una boquilla, y disminuye o aumenta instantáneamente la presión en la boquilla.

Una realización está caracterizada porque la impresora tridimensional que tiene las características, el aparato de control de presión incluye un miembro de pistón capaz de moverse hacia adelante y hacia atrás en una dirección perpendicular a una dirección axial de la boquilla, y el aparato de control de presión controla un movimiento del miembro del pistón para cambiar el volumen del espacio interno de la boquilla.

Adicionalmente, una realización está caracterizada porque la impresora tridimensional que tiene las características, el aparato de extrusión está unido a un aparato de posicionamiento XY controlable movido en las direcciones del eje X y el eje Y por el aparato de control; y el aparato de mesa es un aparato de mesa Z movido de forma controlable en la dirección del eje Z por el aparato de control.

Efecto de la invención

De acuerdo con la presente invención, la bomba de engranajes proporcionada en el lado de la punta del tornillo puede controlar la descarga de la resina desde la boquilla, controlar correctamente la cantidad de descarga, y laminar las resinas para hacer objetos moldeados grandes, tales como una casa y un barco. Además, la impresora tridimensional de la presente invención puede usar varios gránulos de resina disponibles comercialmente sin la necesidad de usar un material similar a un filamento sin tener en cuenta los materiales, lo que proporciona también el amplio uso de la impresora tridimensional para el modelado por deposición fundida.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista de constitución que muestra un ejemplo de una impresora tridimensional.

La figura 2 es una vista en sección que muestra un ejemplo de una estructura interna de un aparato de extrusión A (parte de extrusión de material) en la impresora tridimensional.

La figura 3 es una vista en sección que muestra una estructura interna del aparato de extrusión A (parte de extrusión de material) en la impresora tridimensional que tiene una estructura diferente de la de la figura 2.

Modo para realizar la invención

Como se muestra en la figura 1, una impresora tridimensional está equipada con: un aparato de extrusión A que tiene un mecanismo para fundir un gránulo por calentamiento, enviar una resina fundida al lado de la punta de una boquilla, y controlar la cantidad de resina fundida descargada desde la punta de la boquilla; un aparato de mesa B colocado frente a la boquilla del aparato de extrusión A; y un aparato de control C para controlar la cantidad de resina fundida descargada desde la boquilla del aparato de extrusión A, y controlar el movimiento del aparato de extrusión A y/o el aparato de mesa B en las direcciones de los ejes X, Y y Z con respecto a un plano de referencia.

En este caso, uno cualquiera de los aparatos de extrusión A y el aparato de la mesa B se pueden mover a través del control de posición en las direcciones del eje X, eje Y, y eje Z con respecto al plano de referencia, la posición del otro aparato es fija, sin embargo, como se muestra en la figura 1, el aparato de extrusión A puede moverse a través del control de posición en las direcciones del eje X y del eje Y con respecto al plano de referencia, siendo el aparato de mesa B movido a través del control de posición en la dirección del eje Z con respecto al plano de referencia. La impresora tridimensional que tiene la constitución mostrada en la figura 1 se puede producir uniendo el aparato de extrusión A a un aparato de posicionamiento XY disponible comercialmente para permitir que el aparato de control C proporcione control de posición, disponiendo un aparato de mesa Z disponible comercialmente en una posición frente a la boquilla del aparato de extrusión A para permitir que el aparato de control C proporcione control de posición.

La figura 2 es una vista en sección que muestra la estructura interna del aparato de extrusión A en la impresora tridimensional. El aparato de extrusión A está equipado con una boquilla 2 provista en el lado del extremo inferior de un cilindro 1 dispuesto para ser perpendicular al aparato de mesa. Un tornillo 4 girado de manera controlable por un motor 3 de tornillo y que fusiona el gránulo para suministrarlo al lado de la boquilla está dispuesto en el cilindro 1. Se proporciona una bomba 6 de engranajes en el lado de la punta del tornillo 4, y un calentador 7 para calentar el interior del cilindro está provisto en la superficie de la pared periférica del cilindro 1. Una tolva 8 para suministrar un material de resina al cilindro está provista en el lado superior del cilindro 1.

En el aparato de extrusión A se ilustra en la figura 1, el numeral con el número 11 designa un calentador de boquilla para mantener constantemente la temperatura de la resina fundida en una parte de la boquilla, y el numeral con el número 12 designa un calentador de bomba de engranajes para mantener constantemente la temperatura de la resina fundida en una parte de la bomba de engranajes.

Como se muestra en la figura 2, el aparato A de extrusión que tiene la estructura está equipada con un primer manómetro 9 para la medición de presión de la resina en la posición de la punta del tornillo, y el primer manómetro 9 se proporciona en el lado de la punta de el tornillo 4. Además, un segundo manómetro 10 para medir la presión de resina en la boquilla se proporciona preferiblemente en el lado de descarga de la bomba 6 de engranajes. En este

caso, el aparato de control C controla el motor 3 de tornillo del aparato de extrusión A, un motor de bomba 5 de engranajes, un calentador (calentador de cilindro) 7, un calentador 11 de boquilla y un calentador 12 de bomba de engranajes para que la resina fundida se descargue establemente desde la punta de la boquilla en función de los valores de presión medidos por el primer manómetro 9 y el segundo manómetro 10.

5 Los gránulos colocados en la tolva 8 del aparato de extrusión A se suministran continuamente en el cilindro 1. Los gránulos se funden y amasan mediante el tornillo 4 girado mientras se mueven hacia el lado de la boquilla 2 en el cilindro 1 calentado, y se suministran a la bomba 6 de engranajes provista en el lado de la punta del tornillo 4. En la bomba 6 de engranajes, la rotación del engranaje es controlada por el motor 5 de la bomba de engranajes para descargar una cantidad fija de resina fundida desde la punta de la boquilla, y la resina fundida es enviada por la bomba 6 de engranajes, que es menos probable que cause la obstrucción de la boquilla. Las bombas de engranajes disponibles comercialmente para la máquina de moldeo por extrusión se pueden utilizar como la bomba 6 de engranajes.

15 Cuando se detiene el vertido de la resina fundida, el tornillo 4 y la bomba 6 de engranajes se hacen girar inversamente en una cantidad fija para eliminar la presión en la boquilla, lo que puede evitar efectivamente que se produzca el goteo de resina desde la punta de la boquilla 2. Cuando se usan materiales que tienen una baja viscosidad que causa un goteo notable de resina, se proporciona un aparato 13 de control de presión como se muestra en la figura 3 en la boquilla 2, para aumentar instantáneamente el volumen del espacio interno de la boquilla, que elimina la presión en la boquilla. Esto puede prevenir efectivamente el goteo de resina que tiene una baja viscosidad.

20 El aparato 13 de control de presión incluye preferiblemente un miembro 14 de pistón (mostrado por la línea de puntos en la figura 3) dispuesto en el interior del aparato. El miembro 14 de pistón se puede mover hacia adelante y hacia atrás en una dirección de eje único (una dirección perpendicular a la dirección axial de la boquilla) a través del control de posición por el aparato 13 de control de presión. El miembro 14 de pistón está siempre en una posición (ver figura 3) en el que la cara de la punta del lado de la boquilla del miembro 14 de pistón coincide con la superficie de la pared interior de la boquilla. Cuando se reduce la presión en la boquilla, el miembro 14 de pistón se mueve en una dirección en la que aumenta el volumen del espacio interno de la boquilla (en la dirección del lado derecho de la figura 3). Por el contrario, cuando aumenta la presión en la boquilla, el miembro 14 de pistón se extruye en la dirección del lado interno de la boquilla (en una dirección del lado izquierdo de la figura 3) para disminuir el volumen del espacio interno de la boquilla. Un accionador que acciona el miembro 14 de pistón puede ser de tipo neumático o eléctrico, y es deseable un accionador eléctrico para controlar correctamente el volumen interno de la boquilla.

30 El material de resina tipo gránulo utilizado para la producción de un objeto moldeado utilizando la impresora tridimensional no está particularmente limitado. Los ejemplos del material de resina tipo gránulo que se utilizarán incluyen gránulos disponibles comercialmente hechos de una resina de polipropileno (PP), una resina de polietileno (PE), una resina de poliacetal (POM), una resina de cloruro de polivinilo (PVC), una resina de poliamida (PA), una resina de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), una resina poliláctica (PLA), una resina de sulfuro de polifenileno (PPS) y una poliéter-étercetona (PEEK) o similares.

35 Los tamaños (un volumen de la tolva, una longitud de tornillo, un diámetro de tornillo, una cantidad de descarga de la unidad de una bomba de engranajes, y un diámetro de boquilla o similares) del aparato de extrusión A en la impresora tridimensional se seleccionan apropiadamente de acuerdo con el tamaño de un objeto moldeado a producir, sin limitación particular.

40 Ejemplos

[Ejemplo de producción 1 de la impresora tridimensional]

Se produjo un aparato de mesa de eje Z, que fue hecho de aluminio, incluido un calentador de cartucho y un termopar para permitir el control de la temperatura, y se incluye una mesa que podría ser elevada por un cable de 5 de ϕ 20 como un tornillo de bolas (fabricado por THK). En este caso, el tamaño de una mesa se estableció en de 1,000 mm cuadrados y un rango de elevación se estableció en 1,000 mm. Por otro lado, una unidad de movimiento XY para unir un aparato de extrusión se ensambló con una guía lineal (fabricada por THK) y un tornillo de bolas (fabricado por THK), y se estableció una distancia de movimiento en las direcciones del eje X y del eje Y a un cuadrado de 1,000 mm. En este caso, como motor de accionamiento para mover el aparato de extrusión en cada una de las direcciones del eje X, eje Y eje Z, se utilizó un servomotor fabricado por Yasukawa Electric Corporation, y se utilizó un motor de accionamiento que incluye un freno solo para la dirección del eje Z. El motor de accionamiento fue controlado por el aparato de control, para controlar las posiciones del aparato de extrusión en los ejes X, Y Z.

55 Como el aparato de extrusión, se utilizó un cilindro que incluye un tornillo de L/D20 de ϕ 20 mm que proporcionó una cantidad de descarga de 5 kg/h (a 100 rpm), y que tiene una boquilla en una parte de extremo inferior y una tolva en un lado de parte superior. Se utilizó un motor sin escobillas con engranajes para accionar el tornillo. Se usaron dos calentadores de banda de 500 W como calentador de cilindro para calentar una parte del cilindro. Se usó una bomba de engranajes que tenía 20 cuchillas con un paso de módulo de 1, y se usó un motor paso a paso con engranajes para accionar la bomba de engranajes. El diámetro del orificio de la boquilla se ajustó a 1.0 mm. Se usó un manómetro fabricado por RKC INSTRUMENT INC. con una potencia de 20 MPa para el primer y el segundo manómetro para medir la presión de la resina. El aparato de extrusión se unió a la unidad de movimiento XY, y la descarga de la resina desde la boquilla se controló mediante el aparato de control, para producir una impresora tridimensional que tiene una estructura interna que se muestra en la figura 2.

[Ejemplo de preparación 1 de objeto moldeado usando una impresora tridimensional]

Se preparó ABS (Toray Toyolac Grade 600, diámetro de partícula: 3 mm) como material de gránulo, y el material de gránulo se suministró a una tolva mediante un pequeño cargador automático.

5 Una temperatura del cilindro cuando el material de gránulo se extruyó utilizando la impresora tridimensional producida anteriormente se estableció a 230 °C, y una bomba de engranajes y las temperaturas de boquilla se establecieron a 240 °C.

10 Como un objeto moldeado, se utilizó un modelo de tamaño completo imitando la parte superior del cuerpo de un cuerpo humano. Los datos para producir el objeto moldeado se introdujeron en un aparato de control. Cuando el objeto moldeado se produjo usando la impresora tridimensional, el valor de un primer manómetro cuando se descargó una resina (numeral con el número 9 de la figura 2) se controló a 2 MPa por el aparato de control. Cuando se realizó la operación para evitar el goteo de resina, se controló un tornillo y una bomba de engranajes mediante rotación inversa, de modo que el valor de un segundo manómetro (número 10 de la figura 2) se estableció en 0.2 MPa o menos.

15 El paso de laminación de una resina fundida se estableció en 0.8 mm. Solo se moldeó una primera capa a una velocidad de moldeo de 40 mm/s. Después del moldeo de la primera capa, el moldeo se realizó a una velocidad de moldeo de 120 mm/s.

Cuando se inició la producción del objeto moldeado utilizando la impresora tridimensional en entornos de temperatura ambiente de 23 °C y humedad del 40 % bajo las condiciones, el modelo de tamaño completo que imita la parte de cuerpo superior del cuerpo humano podría moldearse con alta precisión por un tiempo de moldeo de 110 horas.

[Ejemplo de producción 2 de la impresora tridimensional]

20 Se produjo un aparato de mesa de eje Z, que tenía una superficie sometida a un tratamiento de chorro de arena, hecha de aluminio, incluido un calentador de cartucho (capacidad total: 5 kW) y un termopar, podría ser controlado a través de PID por un regulador de temperatura (fabricado por Omron Corporation). Se conectaron dos cables de 5 mm de ϕ 25 mm como tornillos de bolas para accionamiento (fabricados por THK) para que se sincronizaran mediante una polea de distribución y una correa de distribución. Se produjo una estructura capaz de elevar una mesa utilizando un buje lineal (fabricado por THK) y cuatro ejes lineales de ϕ 30 mm para el deslizamiento. En este caso, el tamaño de una mesa se ajustó a 1200 mm en dirección X y 1200 mm en dirección Y. Se estableció un rango de elevación en la dirección del eje Z en 1,000 mm. Por otro lado, una unidad de torre de montaje XY para unir un aparato de extrusión se ensambló mediante una guía lineal (fabricada por THK) y un cable de 10 mm de ϕ 20 mm como un tornillo de bola con presurización (fabricado por THK). Se estableció una distancia de movimiento en una dirección del eje X en 1,000 mm, y una distancia de movimiento en una dirección del eje Y en 1,000 mm. En este caso, como el motor de accionamiento para mover el aparato de extrusión en cada una de las direcciones del eje X, el eje Y y el eje Z, se utilizó un servomotor (1 kw) fabricado por Mitsubishi Electric Corporation, y un motor de accionamiento que incluía un freno solo para la dirección del eje Z.

35 La resolución de un amplificador de accionamiento del servomotor se estableció a 10,000 pulsos/rotación, y la resolución mínima teórica se estableció en 0.5 μ m por pulso en el eje Z, y 1 μ m por pulso en los ejes X e Y. El amplificador de accionamiento del servomotor fue controlado por un aparato de control para controlar las posiciones del aparato de extrusión en los ejes X, Y y Z.

40 Como aparato de extrusión, se utilizó un cilindro que incluye un tornillo sin fin completo L/D20 de ϕ 20 mm y tiene una boquilla en una parte de extremo inferior y una tolva en un lado de la parte superior. Se utilizó un motor sin escobillas con un engranaje reductor para accionar el tornillo. Como un calentador de cilindro para calentar la parte del cilindro, se usaron dos calentadores de banda de 500 W, y la parte del cilindro se dividió en dos zonas de una tolva y los lados de la bomba de engranajes para permitir el control por el termopar y el regulador de temperatura. Se utilizó una bomba de engranajes hecha de acero de alta velocidad y que tenía 20 cuchillas con un paso de módulo de 1 para un engranaje y una carcasa. Se utilizó un motor de paso a paso con un engranaje de reducción de 1/5 para accionar la bomba de engranajes. La configuración de micro paso de un controlador de motor de paso a paso se ajustó a 1/16, y el control de la cantidad de descarga se permitió en un ángulo de división de 0.03 grados o menos por pulso. El diámetro del orificio de la boquilla se estableció en 1.0 mm, y se usó un manómetro (fabricado por RKC INSTRUMENT INC.) de 20 MPa para los medidores de presión primero y segundo para medir la presión de la resina. Se utilizó un calentador de 300 W para la bomba de engranajes, y un calentador de 150 W para la boquilla, para permitir el control por el termopar y el regulador de temperatura.

El aparato de extrusión se fijó a la unidad XY de torre de montaje, y la descarga de la resina de la boquilla se controla mediante el aparato de control, para producir una impresora tridimensional que tiene una estructura interna como se muestra en la figura 3.

[Ejemplo de preparación 2 de objeto moldeado usando una impresora tridimensional]

55 El ácido poliláctico (NatureWorks Ingeo, diámetro de partícula: aproximadamente 3 mm) se preparó como un material del sedimento, y se suministra el material de gránulos a una tolva por un pequeño cargador automático.

ES 2 907 750 T3

Se estableció una temperatura del cilindro cuando el material de gránulo se extruyó utilizando la impresora tridimensional producida anteriormente en 220 °C, y la temperatura de boquilla y bomba de engranajes se establecieron en 215 °C.

5 La mesa A se ajustó de manera que una distancia entre una punta de la boquilla de eje Z de coordenadas cero y un aparato de mesa del eje Z fue establecida en el rango de 0.2 a 0.4 mm en toda el área de un cuadrado de 1,000 mm como el rango móvil de ejes X e Y.

10 Como un objeto moldeado, se utilizó un modelo de tamaño completo imitando la parte de cuerpo superior de un cuerpo humano. Los datos para producir el objeto moldeado se introdujeron en un aparato de control. Cuando el objeto moldeado se produjo usando la impresora tridimensional, el valor de un primer manómetro (numeral con el número 9 de la figura 3) cuando se descargó una resina se controló a 2 MPa por el aparato de control. Cuando se detuvo la descarga de una boquilla (numeral con el número 2 de la figura 3) durante el moldeo, y se realizó la operación para evitar el goteo de resina, se realizó una rotación inversa a la velocidad de un tornillo (numeral con el número 4 de la figura 3) de 180 rpm y un ángulo de rotación de 360 grados, y la rotación inversa se realizó a la velocidad de una bomba de engranajes (numeral con el número 6 de la figura 3) de 120 rpm y un ángulo de rotación de 180 grados. El control se realizó para proporcionar un movimiento de 10 mm en una dirección de descompresión a la velocidad de movimiento axial de un aparato de control de presión de resina (número 13 de la figura 3) de 300 mm/segundo. Cuando se reinició la descarga de la boquilla, se realizó la rotación derecha a la velocidad del tornillo (numeral con el número 4 de la figura 3) de 180 rpm y un ángulo de rotación de 360 grados, y la rotación derecha se realizó a la velocidad de la bomba de engranaje (numeral con el número 6 de la figura 3) de 120 rpm y un ángulo de rotación de 180 grados. El control se realizó para proporcionar movimiento en 10 mm en una dirección que aumenta la presión a la velocidad de movimiento axial de un miembro de pistón (numeral con el número 14 de la figura 3) provisto en un aparato de control de presión de resina (numeral con el número 13 de la figura 3) de 300 mm/segundo.

25 El paso de laminación de una resina fundida se ajustó a 0.6 mm. Solo se moldeó una primera capa a una velocidad de moldeo de 40 mm/s, y después del moldeo de la primera capa, se realizó el llenado interno a 120 mm/s, y la parte periférica de la capa se moldeó a 60 mm/s. La tasa de llenado interno se estableció en 10 %.

Cuando se inició la producción del objeto moldeado utilizando la impresora tridimensional en ambientes de temperatura ambiente de 23 °C y humedad del 40 % bajo condiciones, el modelo de tamaño completo imitando la parte de cuerpo superior del cuerpo humano podría moldearse con alta precisión sin causar fibrosidad debido al goteo de resina durante un tiempo de moldeo de 135 horas.

30 Aplicabilidad industrial

Dado que es menos probable que cause la obstrucción de una boquilla de la impresora tridimensional, y puede utilizar varios gránulos de resina disponibles comercialmente como un material de resina, la impresora tridimensional puede producir un objeto moldeado hecho de diversos materiales, y también es adecuado para producir un gran objeto moldeado.

35 Descripción de los signos de referencia

A: aparato de extrusión

B: aparato de mesa

C: aparato de control

1: cilindro

40 2: boquilla

3: motor de tornillo

4: tornillo

5: motor de bomba de engranajes

6: bomba de engranajes

45 7: calentador (calentador de cilindro)

8: tolva

9: primer manómetro

10: segundo manómetro

11: calentador de boquilla

50 12: calentador de bomba de engranajes

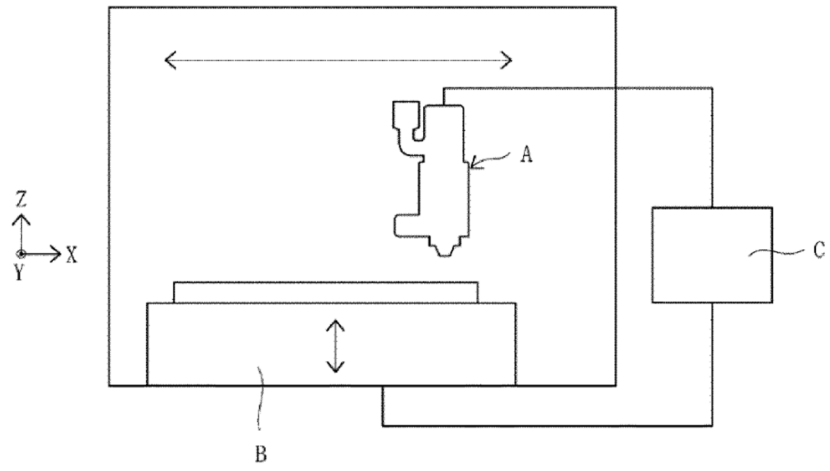
13: aparato de control de presión

14: miembro de pistón

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para operar una impresora tridimensional que tiene un aparato (A) de extrusión que incluye un cilindro (1) con un calentador (7) de cilindro, un tornillo (4) dentro del cilindro (1), una bomba (6) de engranajes con un calentador (12) de bomba de engranajes, estando provista la bomba (6) de engranajes en un lado de la punta del tornillo (4), y una boquilla (2) con un calentador de boquilla, comprendiendo el método:
- proporcionar un material de resina al cilindro (1);
- calentar el cilindro (1) para fusionar el material de resina en el cilindro (1);
- girar el tornillo (4) para enviar una resina fundida hacia la boquilla (2);
- girar la bomba (6) de engranajes para descargar de forma controlada la resina fundida a través de la boquilla (2);
- 10 calentar la bomba (6) de engranajes y la boquilla (2) mientras se descarga la resina fundida; y
- controlar la rotación del tornillo (4) y la rotación de la bomba (6) de engranajes para que la resina fundida se descargue de manera estable desde la punta de la boquilla (2),
- caracterizado porque el método comprende además:
- 15 girar inversamente el tornillo (4) y la bomba (6) de engranajes en una cantidad fija de tal manera que se evite que la resina fundida gotee desde la punta de la boquilla (2) cuando se detenga la descarga de la resina fundida.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material de resina se proporciona en forma de gránulos.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
- medir una primera presión de resina en una posición de punta del tornillo (4);
- medir una segunda presión de resina en la boquilla (2) en un lado de descarga de la bomba (6) de engranajes; y
- 20 controlar la descarga de la resina desde la boquilla (2) con base en las primera y segunda presiones de resina.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
- controlar una presión en la boquilla (2) cambiando el volumen de un espacio interno de la boquilla (2).
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el control de la presión en la boquilla (2) incluye:
- proporcionar un miembro (14) de pistón en la boquilla (2); y
- 25 mover el miembro de pistón (14) hacia adelante y hacia atrás en una dirección perpendicular a una dirección axial de la boquilla (2) para cambiar el volumen del espacio interno de la boquilla (2).
6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
- controlar una posición del aparato (A) de extrusión en las direcciones del eje X, eje Y y eje Z.

[Fig. 1]



[Fig. 2]

