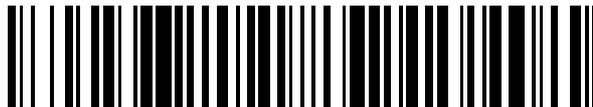


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 033**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00 (2007.01)

B29C 47/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.09.2010 PCT/US2010/049604**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2011 WO11041165**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2010 E 10757919 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2017 EP 2483059**

54 Título: **Licuefactor de cinta para su uso en sistemas de fabricación digitales basados en extrusión**

30 Prioridad:

30.09.2009 US 247068 P
04.11.2009 US 612329

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.08.2017

73 Titular/es:

STRATASYS, INC. (100.0%)
7665 Commerce Way
Eden Prairie, MN 55344, US

72 Inventor/es:

BATCHELDER, J., SAMUEL;
SWANSON, WILLIAM, J. y
CRUMP, S., SCOTT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 628 033 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

Licuefactor de cinta para su uso en sistemas de fabricación digitales basados en extrusión

Antecedentes

5 La presente divulgación se refiere a sistemas de fabricación digitales directos para construir modelos en tres dimensiones (3D). En particular, la presente invención se refiere a licuefactores con cabezal de extrusión para su uso en sistemas de fabricación digitales basados en extrusión.

10 Un sistema de fabricación digital basado en extrusión (por ejemplo, unos sistemas de modelación de deposición por fusión desarrollados por Statasys, Inc., Eden Prairie, MN) es utilizado para construir un modelo en 3D a partir de una representación digital del modelo en 3D capa por capa extruyendo un material de modelación consumible fluente. El material de modelación es extruido a través de una punta de extrusión llevada por un cabezal de extrusión, y es depositado en forma de secuencia de vías sobre un sustrato en un plano x - y. El material de modelación extruido se funde con el material de modelación anteriormente depositado, y se solidifica por una caída de la temperatura. La posición del cabezal de extrusión con respecto al sustrato es a continuación incrementado a lo largo de un eje geométrico z (perpendicular al plano x - y), y el proceso es entonces repetido para formar un modelo en 3D similar a la representación digital.

15 El desplazamiento del cabezal de extrusión con respecto al sustrato se lleva a cabo por medio de un control por computadora, de acuerdo con los datos construidos que representan el modelo en 3D. Los datos construidos son obtenidos rebanando inicialmente la representación digital del modelo en 3D en múltiples capas rebanadas horizontalmente. A continuación, para cada capa rebanada, la computadora host genera una senda de construcción para depositar vías de material de modelación para formar el modelo en 3D.

20 En la fabricación de modelos en 3D depositando capas de un material de modelación, unas capas o estructuras de soporte son típicamente construidas por debajo de unas porciones en voladizo o en cavidades de objetos en construcción, las cuales no son soportadas por el propio material de modelación. Una estructura de soporte puede ser construida utilizando las mismas técnicas de deposición mediante las cuales es depositado el material de modelación. La computadora host genera una geometría adicional que actúa como estructura de soporte para los segmentos en voladizo o de espacio libre del modelo en 3D que está siendo formado. Un material de soporte consumible es a continuación depositado desde una segunda tobera con arreglo a la geometría generada durante el proceso de construcción. El material de soporte se adhiere al material de modelación durante la fabricación, y es retirable del modelo en 3D completado cuando el proceso de construcción se ha completado.

25 El documento GB 2 291 003 A divulga un licuefactor de cinta que incorpora un cilindro y un miembro rotatorio.

Sumario

30 Un aspecto de la presente divulgación se refiere a un licuefactor de cinta para su uso en un sistema de fabricación digital basado en extrusión que incorpora un mecanismo impulsor y un componente de transferencia de calor. El licuefactor de cinta incluye una porción externa del licuefactor configurada para recibir la energía térmica del componente de transferencia de calor, y un canal al menos parcialmente definido por la porción externa del licuefactor. El canal presenta dos dimensiones configuradas para recibir un filamento en cinta, en el que el licuefactor de cinta está configurado para fundir el filamento en cinta recibido dentro del canal en al menos un estado extruible con la energía térmica recibida para suministrar un flujo en fusión. Así mismo, las dimensiones del canal pueden estar también configuradas para conformar el flujo en fusión de un flujo axialmente asimétrico a un flujo sustancialmente axialmente simétrico en una punta de extrusión conectada al licuefactor de cinta.

35 Otro aspecto de la presente divulgación se refiere a un licuefactor de cinta para su uso en un sistema de fabricación digital basado en extrusión que incorpora un mecanismo impulsor y un componente de transferencia de calor, en el que el licuefactor de cinta incluye un tubo externo que presenta una superficie exterior y una superficie interior, y en el que la superficie exterior del tubo externo está configurado para encajar con el componente de transferencia de calor. El licuefactor de cinta también incluye una porción de núcleo dispuesta dentro del tubo externo y que presenta una superficie exterior, y un componente de cuña dispuesto entre el tubo externo y la porción de núcleo. El componente de cuña presenta un espacio libre que se extiende a lo largo de una extensión longitudinal del componente de cuña, definiendo el espacio libre un canal entre la superficie interior del tubo externo y la superficie exterior de la porción de núcleo. El canal presenta unas dimensiones configuradas para recibir un filamento en cinta, estando la superficie exterior de la porción de núcleo configurada para proporcionar un soporte de refuerzo al filamento en cinta cuando el mecanismo impulsor queda encajado con el filamento en cinta.

40 Otro aspecto de la presente divulgación se refiere a un procedimiento para construir un modelo tridimensional en un sistema de fabricación digital basado en extrusión. El procedimiento incluye la impulsión de un filamento en cinta a través de un canal de un licuefactor de cinta, en el que el licuefactor de cinta incluye además una porción externa del licuefactor que al menos parcialmente define el canal. El procedimiento también incluye la fusión del filamento en cinta dentro del canal en al menos un estado extruible para suministrar un flujo en fusión, en el que las dimensiones del canal conforman el flujo en fusión en un flujo axialmente asimétrico, y la extrusión del flujo en fusión desde una

punta de extrusión del licuefactor de cinta, en el que el flujo en fusión presenta un flujo sustancialmente axialmente simétrico en la punta de extrusión.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La FIG. 1 es una vista frontal de un sistema de fabricación digital basado en extrusión que incluye unos licuefactores de cinta para fundir los filamentos en cinta recibidos de los materiales de modelación y soporte.
- La FIG. 2 es una vista en perspectiva desde arriba de un subconjunto del cabezal de extrusión que incluye un licuefactor de cinta encajado con un mecanismo impulsor y un bloque térmico.
- La FIG. 3 es una vista en perspectiva del licuefactor de cinta, que incluye un tubo externo con orificio.
- La FIG. 4A es una vista en sección de la sección 4A - 4A tomada en la FIG. 3.
- 10 La FIG. 4B es una vista en sección de la sección 4B - 4B tomada en la FIG. 3.
- La FIG. 4C es una vista en sección de la sección 4C - 4C tomada en la FIG. 3
- La FIG. 5 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del licuefactor de cinta.
- La FIG. 6 es una vista lateral del licuefactor de cinta en uso con un mecanismo impulsor que incorpora una polea rotatoria para recibir, fundir y extruir un filamento en cinta.
- 15 La FIG. 7 es una vista lateral del licuefactor de cinta en uso con un mecanismo impulsor alternativo que incorpora un mecanismo de árbol rotatorio roscado para recibir, fundir y extruir un filamento en cinta.
- La FIG. 8A es una vista en sección de un filamento en cinta en un estado relajado, no flexionado.
- La FIG. 8B es una vista en sección del filamento en cinta en un estado flexionado.
- 20 La FIG. 9 es una vista en perspectiva de un primer licuefactor de cinta alternativo, que incluye una disposición abierta en su parte superior.
- La FIG. 10 es una vista en sección alternativa de la sección 4C - 4C, que ilustra un segundo licuefactor de cinta alternativo que incluye un canal no arqueado para recibir un filamento en cinta.

Descripción detallada

- 25 La presente invención se refiere a un licuefactor de cinta de acuerdo con la reivindicación 1 para su uso en sistemas de fabricación digitales basados en extrusión, en el que el licuefactor de cinta está configurado para recibir filamentos en cinta de materiales de modelación y / o soporte y también se refiere a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 para construir un modelo tridimensional en un sistema de fabricación digital basado en extrusión. Según se utiliza en la presente memoria, el término "filamento en cinta" se refiere a un cordón de un material que presenta una geometría no cilíndrica, por ejemplo una sección transversal rectangular y / o en forma de película. Esto contrasta con un filamento cilíndrico", que presenta un perfil en sección transversal circular. El uso del
- 30 filamento en cinta en combinación con el licuefactor de cinta permite que los materiales de modelación y soporte sean fundidos y extruidos con tiempos de respuesta reducidos. Esto es ventajoso para mejorar las precisiones deposicionales y reducir los tiempos de construcción, incrementando con ello las eficiencias del proceso de construcción de modelos en 3D y de estructuras de soporte correspondientes con el licuefactor de cinta.
- 35 La FIG. 1 es una vista frontal de un sistema 10, que es un sistema de fabricación digital basado en extrusión que incluye una cámara 12 de construcción, una platina 14, un pórtico 16, un cabezal 18 de extrusión y unas fuentes 20 y 22 de suministro, pudiendo incluir el cabezal 18 de extrusión uno o más licuefactores de cinta (no mostrados en la FIG. 1) para fundir porciones sucesivas de filamentos en cinta (no mostrados en la FIG. 1) durante la operación de construcción con el sistema 10. Sistemas adecuados de fabricación digitales basados en extrusión para el sistema
- 40 10 incluyen sistemas de modelación de deposición por fusión desarrollados por Stratays, Inc., Eden Prairie, MN.
- La cámara 12 de construcción es un recinto cerrado que contiene la platina 14, el pórtico 16 y un cabezal 18 de extrusión para construir un modelo en 3D (designado como modelo 24 en 3D) y una estructura de soporte correspondiente (designada como estructura 26 de soporte). La platina 14 es una plataforma sobre la cual están
- 45 construidas el modelo 24 en 3D y la estructura 26 de soporte, y se desplaza a lo largo de un eje geométrico z vertical a base de las señales suministradas a partir de un controlador operado por ordenador (designado como controlador 28). El pórtico 16 es un sistema de raíl de guía configurado para desplazar el cabezal 18 de extrusión en un plano x - y horizontal dentro de la cámara 12 de construcción en base a las señales suministradas desde el controlador 28. El plano x - y horizontal es un plano definido por un eje geométrico x y un eje geométrico y (no
- 50 mostrado en la FIG. 1), en el que el eje geométrico x y el eje geométrico y y el eje geométrico z son ortogonales entre sí. En una forma de realización alternativa, la platina 14 puede estar configurada para desplazarse en el plano x - y horizontal dentro de la cámara 12 de construcción, y el cabezal 18 de extrusión puede estar configurado para

desplazarse a lo largo del eje geométrico z. También pueden utilizarse otras disposiciones similares como por ejemplo uno en el que uno o ambos elementos entre la platina 14 y el cabezal 18 de extrusión puedan desplazarse uno respecto de otro.

5 El cabezal 18 de extrusión es soportado por el pórtico 16 para construir un modelo 24 en 3D y una estructura 26 de soporte sobre la platina 14 en una disposición capa por capa, en base a las señales suministradas por el controlador 30. El cabezal 18 de extrusión incluye unos subconjuntos 30 y 32, cada uno de los cuales incluye de modo preferente un licuefactor de cinta de la presente divulgación. Por consiguiente el submontaje 30 está configurado para recibir y fundir porciones sucesivas de un filamento en cinta de material de modelación con un primer licuefactor de cinta (no mostrado en la FIG. 1), y el subconjunto 32 está configurado para recibir y fundir porciones
10 sucesivas de un filamento en cinta de material de soporte con un segundo licuefactor de cinta (no mostrado en la FIG. 1).

15 El filamento en cinta de material de modelación puede ser suministrado al subconjunto 30 desde la fuente 20 de suministro a través de un trayecto 34. De modo similar, el filamento en cinta del material de soporte puede ser suministrado al subconjunto 32 desde la fuente 22 de suministro a través del trayecto 36. El sistema 10 puede también incluir unos mecanismos impulsores adicionales (no mostrados) configurados para ayudar a la alimentación de los filamentos en cinta desde las fuentes 20 y 22 de suministro a los subconjuntos 30 y 32. Las fuentes 20 y 22 de suministro son fuentes (por ejemplo, recipientes con carretes) para los filamentos en cinta de modelación y soporte y, de forma preferente, son retenidos en un emplazamiento distante de la cámara 12 de construcción. Los conjuntos apropiados para las fuentes 20 y 22 de suministro se divulgan en la Patente estadounidense No.
20 6,922,634 de Swanson et al., Patente estadounidense No. 7,122,246 de Comb y al; y Publicaciones de Solicitud de patentes estadounidenses No. 2010/0096485 y 2010/0096489 de Taatjes et al.

25 Durante una operación de construcción, el pórtico 16 desplaza el cabezal 18 de extrusión alrededor del plano x - y horizontal dentro de la cámara 12 de construcción, y los filamentos en cinta son alimentados a los subconjuntos 30 y 32. El subconjunto 30 funde térmicamente las porciones sucesivas del filamento en cinta del material de moldeo recibido, permitiendo con ello que el material fundido sea extruido para construir el modelo 24 en 3D. De modo similar, el subconjunto 32 funde térmicamente las porciones sucesivas del filamento en cinta de material de soporte, permitiendo con ello que el material fundido sea extruido para construir la estructura 26 de soporte. Las porciones corriente arriba, no fundidas de los filamentos en cinta pueden funcionar cada una como un pistón con una acción de bomba de viscosidad para extruir el material fundido fuera de los subconjuntos 30 y 32 respectivos.

30 Los materiales de modelación y soporte extruidos son a continuación depositados sobre la platina 14 para construir el modelo 34 en 3D y la estructura 26 de soporte utilizando una técnica de aditivos a base de capas. La estructura 26 de soporte es, de modo preferente, depositada para suministrar un soporte vertical al eje geométrico z para las zonas en voladizo de las capas del modelo 24 en 3D. Esto permite que el modelo 24 en 3D sea construido con diversas geometrías. Después de que la operación de construcción se ha completado, el modelo 24 / estructura 26
35 de soporte en 3D resultante puede ser retirado de la cámara 12 de construcción, y la estructura 26 de soporte puede ser retirada del modelo 24 en 3D.

40 La FIG. 2 es una vista en perspectiva desde arriba del subconjunto 30 del cabezal 18 de extrusión, en la que el análisis subsecuente del subconjunto 30 es igualmente aplicable al subconjunto 32 (mostrado en la FIG. 1). Como se muestra en la FIG. 2, el subconjunto 30 incluye un licuefactor 38 de cinta, un bloque 40 térmico y un mecanismo 42 impulsor, en el que el mecanismo 42 impulsor alimenta porciones sucesivas de filamento 44 de cinta a través del licuefactor 38 de cinta. En la forma de realización mostrada, el licuefactor 38 de cinta incluye una serie de tubos anulares que se extienden entre el extremo 48 superior y el extremo 50 de fondo. El extremo 48 superior y el extremo 50 de fondo son extremos opuestos del licuefactor 38 de cinta a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal, en el que el extremo 48 superior está configurado para recibir el filamento 44 en cinta en estado flexionado. Cuando el subconjunto 30 está montado en el sistema 10, (mostrado en la FIG. 1) el eje geométrico 46 longitudinal se
45 corresponde con el eje geométrico z vertical. Como se muestra en la FIG. 2, los tubos anulares del licuefactor 38 de cinta se extienden a través del mecanismo 42 impulsor y del bloque 40 térmico a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal.

50 El licuefactor 38 de cinta también incluye una punta 52 de extrusión, que es una punta de pequeño diámetro que está situada en un extremo 50 de fondo y está configurada para extruir el material fundido del filamento 44 en cinta con una anchura de vía deseada. En una forma de realización, la punta 52 de extrusión puede ser fijada de manera amovible a uno o más de los tubos anulares dispuestos en el extremo 50 de fondo, permitiendo con ello que múltiples puntas 52 de extrusión sean utilizadas de manera intercambiable. Ejemplos de diámetros de punta interiores apropiados para la punta 52 de extrusión oscilan entre aproximadamente 125 micrómetros y
55 aproximadamente 510 micrómetros.

60 El bloque 40 térmico es un componente de transferencia de calor que se extiende alrededor de al menos una porción del licuefactor 38 de cinta y está configurado para conducir calor hacia el licuefactor 38 de cinta y hacia el filamento 44 en cinta recibido. Ejemplos de componentes de transferencia de calor apropiados para el bloque 40 térmico incluyen los divulgados en la Patente estadounidense No. 6,004,124 de Swanson et al., la Patente estadounidense No. 6,547,995 de Comb, la Publicación estadounidense No. 2007/00228590 de LaBossiere et al., y

la Publicación de Solicitud de patente estadounidense No. 2009/0273122, de Batchelder et al. En formas de realización alternativas, el bloque 40 térmico puede ser sustituido por una diversidad de componentes de transferencia de calor diferentes que generen unos gradientes térmicos a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal.

5 El mecanismo 42 impulsor incluye una placa 54 de soporte, un bloque 56 de base y una polea 58, estando la polea 58 fijada en rotación entre la placa 54 de soporte y el bloque 56 de base. La placa 54 de soporte y el bloque 56 de base son componentes de soporte del mecanismo 42 impulsor, y uno o ambos elementos entre la placa 54 de soporte y el bloque 56 de base pueden estar fijados al cabezal 18 de extrusión (mostrado en la FIG. 1). La polea 58 es un componente rotatorio que impulsa porciones sucesivas de filamento 44 en cinta a través del licuefactor 38 de cinta con el uso de una superficie internamente roscada (no mostrada en la FIG. 2). Ejemplos de mecanismos apropiados impulsores de filamentos para el mecanismo 42 impulsor incluyen los divulgados en las Publicaciones de Solicitud de Patentes estadounidenses de Batchelder et al, Nos. 2009/0274540 y 2009/0273122.

10 Durante una operación de construcción del sistema 10 (mostrado en la FIG. 1), el filamento 44 en cinta, de modo preferente, está flexionado en un estado flexionado para su alineación con el licuefactor 38 de cinta. El filamento 44 en cinta flexionado puede entonces ser cargado en el licuefactor 38 de cinta en el extremo 48 superior (representado por la flecha 60) para encajar con la superficie internamente roscada de la polea 58. La polea 58 es a continuación rotada (representada por la flecha 62) en base a las señales suministradas por el controlador 28 (mostrada en la FIG. 1). La rotación de la polea 58 hace rotar en la misma medida la superficie internamente roscada de la polea 58, lo que impulsa las porciones sucesivas del filamento 44 en cinta a través del licuefactor 38 de cinta.

15 A medida que el filamento 44 en cinta pasa a través del licuefactor 38 de cinta, el gradiente térmico generado por el bloque 40 térmico funde el material del filamento 44 en cinta dentro del licuefactor 38 de cinta hasta al menos un estado extruible. La porción corriente arriba, no fundida del filamento 44 en cinta que es impulsado por el mecanismo 42 impulsor funciona como un pistón actuando una bomba de viscosidad sobre el material fundido entre la porción no fundida de las paredes del licuefactor 38 de cinta, extruyendo así el material fundido fuera de la punta 52 de extrusión. El material extruido puede entonces ser depositado como vías para formar el modelo 24 en 3D capa por capa.

20 Como se muestra así mismo en la FIG. 2, el extremo 48 superior del licuefactor 38 de cinta es situado en una posición corriente arriba a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal con respecto al mecanismo 42 impulsor. Estrictamente hablando, el filamento 44 en cinta puede entrar en el licuefactor 38 de cinta en una zona de entrada (designada como zona 64 de entrada) antes de su encaje con el mecanismo 42 impulsor, y puede ser continuamente soportado por el licuefactor 38 de cinta durante y después del encaje con el mecanismo 42 impulsor. Esto reduce el riesgo de interrumpir una operación de construcción con el cabezal 18 de extrusión, y puede permitir que se alcancen unas fuerzas impulsoras más elevadas porque el filamento 44 en cinta es soportado impidiendo su alabeo.

25 Los perfiles en sección transversal del licuefactor 38 de cinta y del filamento 44 en cinta permiten que el filamento 44 en cinta sea fundido y extruido desde la cabeza 18 de extrusión con unos tiempos de respuesta reducidos en comparación con filamentos y licuefactores cilíndricos. Como se analizó en la Solicitud de Patente Provisional estadounidense No. 61/247,067; y en la Solicitud de Patente estadounidense No. 12/612,333, titulada "Filamento No Cilíndrico para su Uso en Sistemas de Fabricación Digitales basados en Extrusión", se cree que los perfiles en sección transversal del licuefactor 38 de cinta y del filamento 44 en cinta retiran de manera eficaz del núcleo asociado con el filamento cilíndrico con una sección transversal circular. Esto permite que el filamento 44 en cinta sea fundido y extruido a partir del cabezal 18 de extrusión con unos tiempos de respuesta reducidos, lo que puede incrementar en la misma medida la eficacia del proceso del sistema 10 para construir el modelo 24 en 3D y / o la estructura 26 de soporte.

30 Por ejemplo, los tiempos de respuesta reducidos pueden aumentar la precisión de los emplazamientos de arranque y parada para las vías depositadas de materiales de modelación y soporte. Durante una operación de construcción para formar una tapa de un modelo en 3D (por ejemplo, el modelo 24 en 3D), un cabezal de extrusión (por ejemplo, el cabezal 18 de extrusión) es desplazado en un plano x - y horizontal y deposita un material de modelación fundido. Después de que se ha completado un motivo de deposición determinado, el cabezal de extrusión deja de depositar el material de modelación. Esto se lleva a cabo deteniendo la alimentación del filamento hacia el interior del licuefactor del cabezal de extrusión, haciendo cesar con ello la acción de la bomba de viscosidad del filamento.

35 Sin embargo, el tiempo de respuesta entre el momento en el que el cabezal de extrusión deja de alimentar el filamento hacia el licuefactor y en el momento en el que el material de modelación detiene realmente la extrusión procedente del cabezal de extrusión, no es instantáneo, por el contrario, hay un retardo basado en factores tales como las propiedades térmicas del licuefactor, la composición del filamento y, según se analiza más adelante, el perfil en sección transversal del canal del filamento y el licuefactor. De modo similar, también hay un retardo de tiempo de respuesta asociado con la transición de un estado de flujo cero a un flujo de estado constante. Los licuefactores y filamentos que requieren grandes tiempos de respuesta incrementan estos retardos, reduciendo con ello potencialmente las precisiones deposicionales. La reducción de estos tiempos de respuesta, sin embargo, pueden mejorar las calidades estéticas y estructurales del modelo en 3D resultante, particularmente cuando la construcción de los modelos en 3D contengan características finas.

Por ejemplo, un tiempo de respuesta reducido para el sistema 100 puede habilitar la aceleración del pórtico 16 en emplazamientos apropiados cerca de los puntos de arranque y parada de deposición. Esto puede aumentar la capacidad de ocultar las costuras de cada capa, lo que incrementa la calidad de las piezas. Así mismo, el tiempo de respuesta determina hasta donde el pórtico 16 puede desviarse de una velocidad tangencial constante cuando el pórtico 16 se desplaza alrededor de una esquina en el plano x - y. Como resultado de ello, un tiempo de respuesta reducido permite que el cabezal 18 de extrusión consiga unas aceleraciones y desaceleraciones de viraje mayores. Esto puede reducir los tiempos de producción requeridos para construir modelos y estructuras de modelos en 3D y estructuras de soporte, de forma muy parecida a la importancia de la capacidad de viraje de un coche de carreras para reducir un tiempo global de carrera.

La FIG. 3 es una vista en perspectiva expandida del licuefactor 38 de cinta que incluye un tubo 66 externo, un tubo 68 de núcleo y componente 70 de cuña. Como se aprecia, el componente 70 de cuña está dispuesto circunferencialmente entre el tubo 66 externo y el tubo 68 de núcleo, de manera que el tubo 66 externo, el tubo 68 de núcleo y el componente 70 de cuña definan un canal 72 que se extienda a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal entre el extremo 48 superior y el extremo 50 de fondo. Como se analiza más adelante, el canal 72 es la porción del licuefactor 38 de cinta que recibe el filamento 44 en cinta (mostrado en la FIG. 2).

El tubo 66 externo, el tubo 68 de núcleo y el componente 70 de cuña pueden estar, cada uno, fabricados a partir de una diversidad de materiales, los cuales, de modo preferente, sean capaces de soportar la energía térmica procedente del bloque 40 térmico y cualquier temperatura elevada de la cámara 12 de construcción (mostrada en la FIG. 1). Materiales apropiados para fabricar cada elemento entre el tubo 66 externo, el tubo 68 de núcleo y el componente 70 de cuña incluyen materiales térmicamente conductores, metálicos, por ejemplo acero inoxidable.

El tubo 66 externo es una porción externa del licuefactor del licuefactor 38 de cinta que incluye una superficie 74 exterior, que se extiende a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal entre el extremo 48 superior y el extremo 50 de fondo. En la forma de realización mostrada, el tubo 66 externo presenta una sección transversal cilíndrica. En formas de realización alternativas, el tubo 66 externo puede ser sustituido por tubos con geometrías en sección transversal diferentes. Por consiguiente, según se utiliza en la presente memoria, el término "tubo" incluye una diversidad de geometrías huecas, por ejemplo geometrías cilíndricas, geometrías elípticas, geometrías poligonales (por ejemplo, geometrías rectangulares y cuadradas), geometrías axialmente ahusadas, y similares. La superficie 74 exterior es la porción del tubo 66 externo que contacta con el bloque 40 térmico para generar un gradiente térmico a lo largo del licuefactor 38 de cinta. El gradiente térmico crea un perfil de temperatura en el filamento 44 en cinta a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal, que funde porciones sucesivas del filamento 44 en cinta cuando el filamento 44 en cinta es impulsado a través del licuefactor 38 de cinta.

Como se muestra también en la FIG. 3, el tubo 66 externo incluye también un orificio 76 y una longitud 78 calentada. El orificio 76 es una abertura lateral a través del tubo 66 externo entre la zona 64 de entrada y la longitud 78 calentada. Según se analiza más adelante, el orificio 76 permite que la polea 58 (mostrada en la FIG. 2) encaje con el filamento 44 en cinta después de que el filamento 44 en cinta es cargado dentro del canal 72. Esto permite que la superficie internamente roscada de la polea 58 impulse el filamento 44 en cinta hacia la longitud 78 calentada.

Las dimensiones del orificio 76 pueden variar dependiendo de las dimensiones del filamento 44 en cinta y del mecanismo impulsor utilizado (por ejemplo, el mecanismo 42 impulsor). Por ejemplo, la longitud del orificio 76 a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal (designado como longitud 80 del orificio) puede variar dependiendo de las dimensiones de la superficie internamente roscada de la polea 58. Ejemplos de longitudes apropiadas para la longitud 80 del orificio oscilan entre aproximadamente 1,25 milímetros y aproximadamente 25,0 milímetros, estando especialmente indicadas unas longitudes 64 que oscilan entre aproximadamente 5,1 milímetros y aproximadamente 12,7 milímetros.

La longitud 78 calentada es una zona a lo largo del tubo 66 externo en la que el gradiente térmico generado por el bloque 40 térmico (mostrado en la FIG. 2) existe para fundir el filamento 44 en cinta. La longitud 78 calentada se extiende, de modo preferente, a lo largo de la extensión longitudinal del tubo 66 externo por debajo del orificio 76, impidiendo con ello que el filamento 44 en cinta se funda mientras está trabado con la polea 58. Por consiguiente, la longitud 78 calentada se extiende, de modo preferente, a lo largo de la extensión longitudinal del tubo 66 externo entre el orificio 76 y el extremo 50 de fondo / punta 52 de extrusión. En una forma de realización, el cabezal 18 de extrusión (mostrado en la FIG. 1), puede también incluir un colector del flujo de aire (no mostrado) configurado para dirigir el aire de enfriamiento hacia el extremo 48 superior y / o el orificio 76 para reducir aún más el riesgo de que el gradiente térmico afecte al filamento 44 en cinta en el orificio 76.

Las dimensiones apropiadas para que exista la longitud 78 calentada, entre el orificio 76 y el extremo 50 de fondo (designada como longitud 82), puede variar dependiendo de las propiedades de transferencia de calor del bloque 40 térmico, del grosor y del material del tubo 66 externo y del grosor, el material y la cadencia de impulsión del filamento 44 en cinta. Ejemplos de longitudes apropiadas para la longitud 82 oscilan entre aproximadamente 13 milímetros y aproximadamente 130 milímetros, oscilando en especial las longitudes 88 apropiadas entre aproximadamente 25 milímetros y aproximadamente 51 milímetros.

- El tubo 68 de núcleo es una porción de núcleo del licuefactor 38 de cinta y está dispuesto dentro del tubo 66 externo entre el extremo 48 superior y el extremo 50 de fondo. Como se muestra, el tubo 68 de núcleo incluye una superficie 84 exterior, que está al descubierto en el orificio 76. Aunque se muestra como un tubo hueco, puede ser utilizada una diversidad de porciones de núcleo alternativas en lugar del tubo 68 de núcleo, por ejemplo, porciones no huecas de núcleo sólido. Estas formas de realización pueden ser ventajosas para reforzar el soporte lateral del filamento 44 en cinta cuando quede encajado con el mecanismo 40 impulsor. No obstante, el uso de un tubo hueco (por ejemplo, el tubo 68 de núcleo para la porción de núcleo es ventajosa para reducir el peso del licuefactor 38 de cinta, y puede permitir que los componentes eléctricos y / o térmicos queden retenidos en su interior. Por ejemplo, uno o más componentes adicionales de transferencia de calor (no mostrados) puede ser fijados dentro del tubo 68 de núcleo para ayudar a que el bloque 40 térmico genere un gradiente térmico a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal. En estas formas de realización, el tubo 68 de núcleo presenta, de modo preferente, un grosor de pared suficiente para soportar el filamento 44 en cinta cuando quede encajado con el mecanismo 42 impulsor (por ejemplo, al menos de aproximadamente 0,25 milímetros). Así mismo, como se analizó anteriormente, el tubo 66 externo, el tubo 68 de núcleo pueden también ser sustituidos por tubos que presenten geometrías en sección transversal diferentes.
- El componente 70 de cuña es un componente con forma de C fijado entre el tubo 66 externo y el tubo 68 de núcleo, y se extiende también entre el extremo 48 superior y el extremo 50 de fondo. Como se analiza más adelante, el componente 70 de cuña incluye un espacio libre que se extiende entre el extremo 48 superior y el extremo 50 de fondo y está sustancialmente alineado con el orificio 76. El espacio libre del componente 70 de cuña entre el tubo 66 externo y el tubo 68 de núcleo define el canal 72, que presenta una sección transversal arqueada y está sustancialmente alineado con el orificio 76. Esta disposición permite que el mecanismo 42 impulsor encaje con el filamento 44 en cinta mientras el filamento 44 en cinta se extiende a través del canal 72, donde la porción de la superficie 84 exterior en el orificio 76 puede funcionar como un soporte de refuerzo lateral para el filamento 44 en cinta cuando queda encajado con el mecanismo 42 impulsor.
- Durante la fabricación del subconjunto 30 (mostrado en las FIGS. 1 y 2), el licuefactor 38 de cinta puede ser fijado dentro del bloque 40 térmico de manera que el orificio 76 se extienda por encima del bloque 40 térmico. Como se analizó anteriormente, ello restringe convenientemente la longitud 78 calentada a un emplazamiento por debajo del orificio 76. El licuefactor 38 de cinta puede ser fijado dentro del bloque 40 térmico de diversas maneras. En una forma de realización, el bloque 40 térmico puede estar separado (o de cualquier otra forma abierto) para permitir un acceso directo por dentro del bloque 40 térmico. El licuefactor 38 de cinta puede entonces ser insertado dentro del bloque 40 térmico, y el bloque 40 térmico puede ser reensamblado (o de cualquier otra forma cerrado) para proporcionar un contacto térmicamente conductor satisfactorio entre el tubo 66 externo del licuefactor 38 de cinta y el bloque 40 térmico. La punta 52 de extrusión puede también ser fijada al tubo 66 externo en el extremo 50 de fondo. El licuefactor 38 de cinta puede también ser fijado al mecanismo 42 impulsor de forma que posibilite que la superficie internamente roscada de la polea 58 encaje con el licuefactor 38 de cinta en el orificio 76.
- Durante la operación, las dimensiones del canal 72 están configuradas para conformar el flujo en fusión del material fundido del filamento 44 en cinta en un flujo axialmente asimétrico, el cual, en este ejemplo, es un flujo con motivo arqueado. Después de alcanzar la punta 52 de extrusión, sin embargo, este flujo en fusión cambia a un flujo sustancialmente axialmente simétrico para la extrusión. Esto contrasta con un licuefactor cilíndrico, en el cual el flujo en fusión permanece como un flujo axialmente simétrico en el licuefactor cilíndrico y en la punta de extrusión.
- Las FIGS. 4A - 4C son vistas en sección de las secciones 4A - 4A, 4B - 4B y 4C - 4C, respectivamente tomadas en la FIG. 3. La sección mostrada en la FIG. 4A ilustra una zona 64 de entrada, como se muestra, el tubo 66 externo incluye también una superficie 86 interior, definiendo la superficie 86 interior un diámetro interno del tubo 66 externo (designado como diámetro 86d interno). Ejemplos de diámetros medios apropiados para el diámetro 86d interno oscilan entre aproximadamente 3,8 milímetros y aproximadamente 10,2 milímetros, oscilando especialmente los diámetros apropiados entre aproximadamente 5,1 milímetros y aproximadamente 7,6 milímetros.
- En la misma medida, la superficie 74 exterior define un diámetro externo del tubo 66 externo (designado como diámetro 74d externo). El diámetro 74d externo puede variar dependiendo del grosor de pared del tubo 66 externo y del diámetro 86d interno y, de manera preferente, permite que el tubo 66 externo sea insertado a través de la placa 54 de soporte, de la polea 58, y del bloque 56 de base del mecanismo 42 impulsor (mostrado en la FIG. 2), y que quede retenido por uno o ambos elementos entre la placa 54 de soporte y el bloque 56 de base. Por consiguiente, ejemplos de grosores de pared medios apropiados para el tubo 66 del licuefactor (esto es, la diferencia entre el diámetro 74d externo y el diámetro 86d interno) oscilan entre aproximadamente 1,3 milímetros y aproximadamente 7,6 milímetros, siendo particularmente indicados grosores que oscilan entre aproximadamente 2,5 milímetros y aproximadamente 5,1 milímetros.
- Como también se muestra en la FIG. 4A, la superficie 84 exterior del tubo 68 de núcleo define un diámetro externo del tubo 68 de núcleo (designado como diámetro 84d externo). La diferencia entre el diámetro 86d interno del tubo 86 externo y el diámetro 84d externo del tubo 68 de núcleo, por consiguiente, define el grosor del canal 72 (designado como grosor 88 del canal). Ejemplos de dimensiones apropiadas para el grosor 88 del canal oscilan entre aproximadamente 0,25 milímetros y aproximadamente 2,5 milímetros, oscilando específicamente los grosores apropiados entre aproximadamente 0,51 milímetros y aproximadamente 2,0 milímetros e incluso de modo particularmente más preferente entre aproximadamente 0,76 milímetros y aproximadamente 1,8 milímetros. Debido

a que el canal 72 está definido en parte por el espacio libre del componente 70 de cuña, el componente 70 de cuña presenta un grosor correspondiente al grosor 88 del canal.

En la forma de realización mostrada, el canal 72 presenta también una anchura arqueada que se extiende a través del espacio libre del componente 70 de cuña el cual, de modo preferente, se corresponde con las dimensiones del filamento 44 en cinta en estado flexionado. La anchura arqueada puede medirse por un ángulo (referido como ángulo α) desde un punto radialmente concéntrico del canal 72, como se muestra en la FIG. 4A. Ejemplos de ángulos apropiados para el ángulo α oscilan entre aproximadamente 30 grados y aproximadamente 180 grados, oscilando especialmente los ángulos apropiados entre aproximadamente 45 grados y aproximadamente 130 grados y de forma más concreta, entre aproximadamente 60 grados y aproximadamente 90 grados.

Como alternativa, la anchura del canal 72 puede ser medida en base a la geometría rectangular mejor que en base a su geometría arqueada. Ejemplos de dimensiones apropiadas para la anchura del canal 72 oscilan entre aproximadamente 1,0 milímetros y aproximadamente 12,7 milímetros, oscilando las anchuras especialmente apropiadas entre aproximadamente 3,0 milímetros y aproximadamente 10,1 milímetros, e incluso más especialmente entre 3,8 milímetros y aproximadamente 6,4 milímetros.

Según se analizó anteriormente, las relaciones de forma del licuefactor 38 de cinta y del filamento 44 en cinta pueden seleccionarse para extraer eficazmente un núcleo que esté asociado con un material en tosco de alimentación del filamento con una sección transversal circular. Esto permite que el licuefactor 38 de cinta obtenga unos tiempos de respuesta reducidos en comparación con los licuefactores cilíndricos que presenten los mismos caudales volumétricos. En particular, como se divulga en la Solicitud de Patente Provisional estadounidense No. 61/247,067; y en la Solicitud de Patente estadounidense No. 12/612,333, titulada "Filamento No Cilíndrico para su Uso en Sistemas de Fabricación Digitales basados en Extrusión", relaciones de forma elevadas están particularmente indicadas para reducir las velocidades de respuesta. Por consiguiente, ejemplos de relaciones de forma apropiadas de la anchura del canal 72 con el grosor 88 del canal incluyen relaciones de forma de aproximadamente 2:1 o superiores.

En algunas situaciones, las relaciones de forma que sean demasiado grandes pueden aplicar unas cargas indeseablemente elevadas sobre la superficie 84 externa y sobre el filamento 44 en cinta, y pueden también incrementar el arrastre de fricción entre el filamento 44 en cinta y el canal 72. Por consiguiente, ejemplos de relaciones de forma particularmente apropiadas de la anchura del canal 72 con respecto al grosor 88 del canal oscilan entre aproximadamente 2,5:1 y aproximadamente 20:1, oscilando las relaciones de forma más particularmente adecuadas entre aproximadamente 3:1 y aproximadamente 10:1, y oscilando las relaciones de forma incluso más particularmente adecuadas entre aproximadamente 3:1 y aproximadamente 8:1.

Una distinción adicional respecto de los licuefactores cilíndricos puede efectuarse comparando las dimensiones en las que la energía térmica se difunde por dentro del concreto licuefactor. La energía térmica es difundida sobre los filamentos cilíndricos recibidos dentro de los licuefactores cilíndricos en dos dimensiones, en los que un 50% de la energía térmica es difundida a lo largo de una primera dimensión (por ejemplo, a lo largo del eje geométrico x) y aproximadamente un 50% de la energía térmica difundida a lo largo de una segunda dimensión (por ejemplo, a lo largo del eje geométrico y). En comparación, sin embargo, la mayoría de la energía térmica es difundida hacia el filamento 44 en cinta del licuefactor 38 a lo largo de solo una dimensión. De hecho, esta difusión de dimensión única aumenta con la relación de forma del filamento 44 en cinta y del licuefactor 38. Por consiguiente, para las relaciones formales adecuadas anteriormente analizadas, al menos aproximadamente un 60% de la energía térmica es difundida solo en una dimensión, de modo más preferente al menos aproximadamente un 65% de la energía térmica es difundida solo en una dimensión, e incluso de manera más preferente, al menos aproximadamente un 70% de la energía térmica es difundida solo en una dimensión.

En una forma de realización, la superficie 84 exterior del tubo 68 de núcleo y / o la superficie 86 interior del tubo 66 externo pueden ser lisas y / o pulimentadas para reducir la fricción de deslizamiento del filamento 44 en cinta. En una forma de realización adicional, una o más porciones de la superficie 84 exterior y de la superficie 86 interior en una zona 64 de entrada puede incluir un revestimiento de energía de superficie baja para reducir aún más la fricción con el filamento 44 en cinta. Materiales de revestimiento apropiados incluyen polímeros fluorados (por ejemplo, politetrafluoroetenos, propilenos de etileno fluorado y polímeros de perfluoroalcoxi), materiales de carbono en forma romboidal y combinaciones de estos.

La sección mostrada en la FIG. 4B ilustra el orificio 76, el cual, en la forma de realización mostrada presenta una anchura arqueada sustancialmente alineada con el canal 72. En formas de realización alternativas, la anchura arqueada del canal 72 puede ser mayor que la del orificio 76. El ángulo de la anchura arqueada del orificio 76 (designado como ángulo β) puede variar dependiendo del encaje entre la superficie internamente roscada de la polea 58 y de la anchura arqueada 72. Por consiguiente, ejemplos de ángulos apropiados para el ángulo oscilan entre aproximadamente 30 grados y aproximadamente 180 grados, oscilando los ángulos particularmente adecuados entre aproximadamente 45 grados y aproximadamente 130 grados, e incluso de modo más preferente entre aproximadamente 60 grados y aproximadamente 90 grados.

La sección mostrada en la FIG. 4C ilustra la longitud 78 calentada, donde, en la forma de realización mostrada, el canal 72 en la longitud 78 calentada presenta la misma dimensión que en la zona 64 de entrada (mostrada en la FIG. 4A) y en el orificio 76 (mostrado en la FIG. 4B). Así, en esta forma de realización, el canal 72 presenta sustancialmente las mismas dimensiones a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal entre el extremo 48 inferior y el extremo 50 de fondo. En formas de realización alternativas, el grosor (designado como grosor 89 del canal) y / o la anchura arqueada del canal 72 puede variar a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal. Por ejemplo, uno o ambas dimensiones entre el grosor 89 del canal y la anchura del canal 72 pueden gradualmente reducirse al desplazarse hacia abajo a lo largo de la extensión 78 calentada hacia el extremo 50 de fondo.

Ejemplos de grosores medios apropiados para el grosor 89 del canal incluyen los analizados anteriormente para los grosores 88 del canal (mostrados en la FIG. 4A), en los que el grosor 89 del canal puede ser el mismo que el grosor 88 del canal o puede reducirse gradualmente a lo largo de la extensión 46 longitudinal hacia el extremo 50 de fondo. De modo similar, ejemplos de ángulos para una anchura arqueada (designada como ángulo θ) incluyen los anteriormente analizados para el ángulo α (mostrado en la FIG. 4A), donde el ángulo θ puede ser el mismo ángulo α o puede gradualmente reducirse a lo largo del ángulo 46 longitudinal hacia el extremo 50 de fondo.

La FIG. 5 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del licuefactor 38 de cinta que ilustra una técnica para la fabricación del licuefactor 38 de cinta. El licuefactor 38 de cinta puede ser fabricado insertando en primer término el componente 70 de cuña alrededor de la superficie 84 exterior del tubo 68 de núcleo (por ejemplo, deslizando el tubo 68 de núcleo hasta el interior del componente 70 de cuña, como se muestra mediante la flecha 90). El componente 70 de cuña puede ser fijado alrededor de la superficie 84 exterior de diversas maneras, por ejemplo, con un ajuste de fricción, compuestos adhesivos y / u operaciones de soldadura.

El componente 70 de cuña incluye un espacio libre (designado como espacio libre 92) que parcialmente define el canal 72, según se analizó anteriormente. Así mismo, la porción del componente 70 de cuña en el extremo 50 de fondo del licuefactor 38 de cinta está ahusado para su ajuste dentro de la punta 52 de extrusión, donde el espacio libre 92 puede también reducirse de la misma manera en anchura arqueada. El tubo 68 de núcleo también incluye una punta 94 cónica en el extremo 50 de fondo del licuefactor 38 de cinta que está también ahusada para su ajuste dentro del componente 70 de cuña y de la punta 52 de extrusión. La punta 94 cónica, de modo preferente, es también una punta cerrada herméticamente para impedir que el material fundido fluya hacia atrás hacia el interior de la zona de taladro hueca del tubo 68 de núcleo.

El tubo 68 de núcleo / componente 70 de cuña ensamblados pueden entonces ser insertados dentro del tubo 66 externo (mostrado mediante la flecha 96) y un espacio libre 92 está, de modo preferente, alineado con el orificio 76. El tubo 66 externo puede ser fijado alrededor del tubo 68 de núcleo / componente 70 de cuña de diversas maneras, por ejemplo mediante ajuste de fricción, compuestos adhesivos y / u operaciones de soldadura. Esto proporciona al canal 72, que está definido por la superficie 84 exterior del tubo 68 de núcleo, una superficie 86 interior del tubo 66 externo y el componente 70 de cuña en el espacio libre 92, y se extiende desde el extremo 48 superior hasta la punta 52 de extrusión en el extremo 50 de fondo

El tubo 66 exterior, el tubo 68 de núcleo, el componente 70 de cuña pueden, como alternativa, ser ensamblados de diversas maneras. Por ejemplo, el componente 70 de cuña puede ser insertado dentro del tubo 66 externo antes de la inserción 68 de núcleo dentro del tubo 66 externo. Así mismo, el tubo 68 de núcleo puede inicialmente ser insertado dentro del tubo 66 externo, y el componente 70 de cuña puede entonces ser insertado entre el tubo 66 externo y el tubo 68 de núcleo. Así mismo, la punta 52 de extrusión puede ser fijada de manera amovible al tubo 66 externo en el extremo 50 de fondo (por ejemplo, atornillado sobre el tubo 66 externo). En una forma de realización alternativa adicional, uno o más elementos entre el tubo 66 externo, el tubo 68 de núcleo, el componente 70 de cuña pueden estar formados de manera integral (por ejemplo, extruidos o moldeados) de manera conjunta mejor que como componentes separados que a continuación sean ensamblados. El licuefactor de cinta resultante puede entonces ser instalado en el subconjunto 30 del cabezal 18 de extrusión, según lo anteriormente analizado.

Como se analizó anteriormente, las dimensiones del canal 72 están configuradas para conformar el flujo en fusión del material fundido del filamento 44 en cinta a un flujo con motivo arqueado, que sea un tipo de flujo axialmente asimétrico. Sin embargo, como se muestra en la FIG. 5, las dimensiones de la punta 52 de extrusión y de la punta 94 cónica proporcionan unas dimensiones que modifican el flujo en fusión desde el flujo con motivo arqueado hasta un flujo axialmente asimétrico para la extrusión por la punta 52 de extrusión. Esto contrasta con un licuefactor cilíndrico en el que un flujo en fusión permanece como flujo axialmente simétrico en el licuefactor cilíndrico y en la punta de extrusión.

La FIG. 6 es una vista lateral del licuefactor 38 de cinta en uso con la polea 58 del mecanismo 42 impulsor (mostrado en la FIG. 2), para fundir y extruir el material del material 44 en cinta para construir el modelo 24 en 3D (o, como alternativa, la estructura 26 de soporte, mostrada en la FIG. 1). El bloque 40 térmico y la placa 54 de soporte y el bloque 56 de base del mecanismo 42 impulsor se omiten en la FIG. 6 para facilitar el análisis. Como se muestra, la polea 58 incluye una superficie 98 interna, que es la superficie internamente roscada de la polea 58 y está encajada con el filamento 44 en cinta en el orificio 76. Ejemplos de superficies internamente roscadas apropiadas para la superficie 98 interna se divulgan en las Publicaciones de Solicitud de patentes estadounidenses Nos. 2009/0274540 y 2009/0273122 de Batchelder et al.

5 Durante la operación de construcción para formar el modelo 24 en 3D, el filamento 44 en cinta es cargado dentro del canal 72 del licuefactor 38 en el extremo 48 superior. Como se analizó anteriormente, el filamento en cinta, de modo preferente, es flexionado para presenta una sección transversal en arco que sustancialmente se alinee con la sección transversal arqueada del canal 72. En una forma de realización, el filamento 44 en cinta puede estar en un estado relajado, no flexionado mientras se encuentra en la fuente 20 de suministrado (mostrada en la FIG. 1) y mientras es alimentado a través del trayecto 34 (mostrado en la FIG. 1). Al alcanzar el extremo 48 superior del licuefactor 38 de cinta, el filamento 42 en cinta puede ser flexionado (por ejemplo, manualmente flexionado) en la sección transversal en arco deseada y alimentado dentro del canal 72. A medida que porciones sucesivas del filamento 44 en cinta son introducidas en el canal 72, la sección transversal arqueada del canal 72 puede provocar que porciones sucesivas del filamento 44 en cinta se flexionen automáticamente y conformen las dimensiones del canal 72.

15 La rotación de la polea 58 permite que la superficie 98 interna impulse porciones sucesivas del filamento 44 en cinta hacia abajo a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal a través del canal 72 hacia la longitud 78 calentada. Mientras pasa a través del canal 72 en la longitud 78 calentada, el gradiente térmico generado por el bloque 40 térmico (mostrado en la FIG. 2), funde el material del filamento 44 en cinta hasta un estado extruible. La porción sucesiva, no fundida del filamento 44 en cinta, situada corriente arriba de la longitud 78 calentada, es impulsada por la polea 58 y por la superficie 98 interna, y funciona como un pistón con una bomba de viscosidad que actúa sobre el material fundido entre la porción no fundida y el canal 72 extruyendo con ello el material fundido del filamento 44 en cinta a través de la punta 52 de extrusión. Según se analizó anteriormente, las dimensiones en sección transversal del canal 72, particularmente de los intervalos apropiados de la relación de forma apropiada anteriormente analizados, permiten que el material del filamento 44 en cinta sea extruido con tiempos de respuesta reducidos. El material extruido es entonces depositado como vías para construir el modelo 24 en 3D capa por capa.

25 Como también se analizó anteriormente, la zona 64 de entrada es situada en una posición corriente arriba a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal con respecto a la polea 58. Estrictamente hablando, el filamento 44 en cinta entra en el canal 72 antes de encajar con la superficie 98 interna y es continuamente soportado por la superficie 84 exterior del tubo 68 de núcleo (mostrado en las FIGS. 3 - 5) durante y después del encaje con la superficie 98 interna. Esto elimina eficazmente los problemas potenciales que pudieran presentarse con cabezales de extrusión que presenten mecanismos impulsores y licuefactores separados (por ejemplo, alineación y alabeo), reduciendo con ello el riesgo de interrumpir una operación de construcción con el cabezal 18 de extrusión (mostrado en la FIG. 1).

30 La FIG. 7 es una vista lateral del tubo 32 licuefactor en uso con un árbol 100 rotatorio de un mecanismo alternativo impulsor del filamento para fundir y extruir el material del filamento 44 en cinta para construir el modelo 24 en 3D. El bloque 40 térmico (mostrado en la FIG. 2), es omitido en la FIG. 7 para facilitar el análisis. En esta forma de realización, el árbol 100 rotatorio incluye una superficie 102 roscada que es una superficie externamente roscada encajada con el filamento 44 en cinta en el orificio 76. La rotación del árbol 100 rotatorio permite que la superficie 102 roscada impulse porciones sucesivas del filamento 44 en cinta hacia abajo a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal a través del canal 72 hacia la longitud 78 calentada. El material del filamento 44 en cinta es entonces fundido dentro del canal 72 en la longitud 78 calentada, permitiendo con ello que el material fundido sea extruido desde la punta 52 de extrusión para construir el modelo 24 en 3D capa por capa.

40 En esta forma de realización, la zona 64 de entrada está también situada en una posición corriente arriba a lo largo del eje geométrico 46 longitudinal con respecto a una superficie 102 roscada. Estrictamente hablando el filamento 44 en cinta entra en el canal 72 antes de encajar con la superficie 102 roscada, y es una superficie 84 exterior soportada de manera continua del tubo 68 de núcleo (mostrado en las FIGS. 3 - 5) durante y después del encaje con la superficie 102 roscada. Esto elimina eficazmente los problemas potenciales que pueden producirse con cabezales de extrusión con mecanismos y licuefactores impulsores separados (por ejemplo, alineación y alabeo). Por consiguiente, el licuefactor 38 de cinta está indicado para su uso con diversos mecanismos impulsores diferentes, pudiendo los mecanismos impulsores encajar con el filamento 44 en cinta después de que el filamento 44 en cinta sea soportado por el tubo 68 de núcleo (por ejemplo, en el orificio 76).

50 Las FIGS. 8A y 8B son vistas en sección del filamento 44 en cinta tomado en un plano perpendicular al eje geométrico 46 longitudinal (mostrado en la FIG. 2), representando la FIG. 8A el filamento 44 en cinta en un estado relajado, no flexionado, y representando la FIG. 8B el filamento 44 en cinta en un estado flexionado. Como se muestra en la FIG. 8A, el filamento 44 en cinta presenta una anchura 104 y un grosor 106 que genéricamente se corresponden con el grosor 88 del canal y con la anchura arqueada del canal 72 (mostrado en la FIG. 4A). El filamento 44 en cinta presenta también una longitud continua que puede variar dependiendo de la cantidad de filamento 44 en cinta que permanezca en la fuente 20 de suministro (mostrada en la FIG. 1).

55 La anchura 104 puede variar dependiendo de las dimensiones del canal 72 y de la distancia hasta la que se flexione el filamento 44 en cinta. Ejemplos de dimensiones apropiadas para la anchura 104 oscilan entre aproximadamente 1,0 milímetros y aproximadamente 10,2 milímetros, con anchuras especialmente indicadas entre aproximadamente 2,5 milímetros y aproximadamente 7,6 milímetros e incluso más especialmente indicadas entre aproximadamente 3,0 milímetros y aproximadamente 5,1 milímetros.

De modo deseable, las dimensiones apropiadas para el grosor 106 permiten que el filamento 44 en cinta sea insertado en el canal 72 mientras se encuentra en estado flexionado. Por ejemplo, el grosor 106, de modo preferente, es lo suficientemente bajo para permitir que el filamento 44 en cinta se flexione axialmente hasta el estado flexionado (como se representa mediante las flechas 108) y se incurva a lo largo de su extensión para enrollar el filamento 44 en cinta en la fuente 20 de suministro y para alimentar el filamento 44 en cinta a través del trayecto 34 (mostrado en la FIG. 1). Por ejemplo, en una forma de realización, el filamento 44 en cinta de modo preferente, es capaz de soportar deformaciones elásticas mayores de t/r , donde "t" es un grosor en sección transversal del filamento 44 en cinta en el plano de curvatura (por ejemplo, del grosor 106), y "r" es un radio de curvatura (por ejemplo, un radio de curvatura en la fuente 20 o 22 de suministro y / o un radio de curvatura a través del trayecto 34 o 36).

El grosor 106 es, de modo preferente, lo suficientemente grueso como para permitir una integridad estructural apropiada para el filamento 44 en cinta, reduciendo con ello el riesgo de fracturas o roturas, mientras el filamento 44 en cinta está retenido en la fuente 20 o 22 de suministro y mientras está siendo alimentado a través del sistema 10 (por ejemplo, a través de los trayectos 30 o 32). Ejemplos de dimensiones apropiadas del grosor 106 oscilan entre aproximadamente 0,08 milímetros y aproximadamente 1,5 milímetros, oscilando un grosor especialmente indicado entre aproximadamente 0,38 milímetros y aproximadamente 1,3 milímetros e incluso más especialmente indicado entre aproximadamente 0,51 milímetros y aproximadamente 1,0 milímetros.

El filamento 44 en cinta, de modo preferente, también presenta una relación de forma de la anchura 104 con respecto al grosor 106 que sustancialmente se corresponde con la relación de forma del canal 72 en el extremo 48 superior cuando el filamento 42 en cinta es flexionado para su alineación con el canal 72, como se muestra en la FIG. 8B. Ejemplos de relaciones de forma de la anchura 104 con relación al grosor 106 incluyen relaciones de forma de aproximadamente 2:1 o superior, con relaciones de forma especialmente indicadas que oscilan entre aproximadamente 2,5:1 y aproximadamente 20:1, oscilando las relaciones de forma más especialmente indicadas entre aproximadamente 3:1 y aproximadamente 30:1, e incluso oscilando de forma aún más especialmente indicadas entre aproximadamente 3:1 y aproximadamente 8:1.

El filamento 44 en cinta puede ser fabricado a partir de una diversidad de materiales de modelación y soporte extruibles para, respectivamente, construir el modelo 24 en 3D y la estructura 26 de soporte (mostradas en la FIG. 1). Materiales de modelación indicados para el filamento 44 en cinta incluyen materiales poliméricos y metálicos. En algunas formas de realización los materiales de modelación apropiados incluyen materiales que presentan propiedades amorfas como por ejemplo materiales termoplásticos, materiales metálicos amorfos y combinaciones de estos. Ejemplos de materiales termoplásticos adecuados para el filamento 44 en cinta incluyen copolímeros de acrilonitrilo - butadieno - estireno (ABS), policarbonatos, polisulfonas, poliétersulfonas, polifenilsulfonas, polieterimidias, poliamidas amorfas, variaciones modificadas de estos (por ejemplo, copolímeros de ABS - M30), polistireno, y mezclas de estos. Ejemplos de materiales metálicos amorfos incluyen los divulgados en la Publicación de Solicitud de la patente estadounidense No. 2009/0263582 de Batchelder.

Materiales de soporte apropiados para el filamento 44 en cinta incluyen materiales con propiedades amorfas (por ejemplo, materiales termoplásticos) y que, de modo preferente, sean amovibles a partir de los correspondientes materiales de modelación con arreglo al modelo 24 en 3D y a la estructura 26 de soporte. Ejemplos de materiales de soporte apropiados para el filamento 44 en cinta incluyen materiales de soporte solubles en agua comercialmente disponibles con los nombres comerciales "WATER-WORKS" y "SOLUBLE SUPPORTS" de Stratasy, Inc., Eden Prairie, MN; materiales de soporte cortados comercialmente disponibles con el nombre comercial "BASS" de Stratasy, Inc., Eden Prairie, MN, y los divulgados en la Patente estadounidense No. 5,503,783 de Crump et al., las patentes estadounidenses Nos. 6,070,107 y 6,228,923 de Lombardi et al., la patente estadounidense No. 6,790,403 de Priedeman et al., y la Publicación de Solicitud de patente estadounidense No. 2010/0096072 de Hopkins et al.

La composición del filamento 44 en cinta puede también incluir aditivos adicionales, por ejemplo, plastificantes, modificadores reológicos, cargas, colorantes, estabilizadores y combinaciones de estos. Ejemplos de plastificadores adicionales apropiados para su uso en el material de soporte incluyen ftalatos de dialquilo, ftalatos de cicloalquilo, ftalatos de benzilo y arilo, ftalatos de alcoxilo, fosfatos de alquilo / arilo, ésteres de poliglicol, ésteres de adipato, ésteres de citrato, ésteres de glicerina, y combinaciones de estos. Ejemplos de cargas apropiadas incluyen carbonato cálcico, carbonato magnésico, esferas de vidrio, grafito, negro de humo, fibra de carbono, fibra de vidrio, talco, wollastonita, mica, alumina, sílice, caolín, carburo de silicio, materiales composite (por ejemplo, materiales composite esféricos y filamentosos) y combinaciones de estos. En formas de realización en las que la composición incluye aditivos adicionales, ejemplos de concentraciones combinadas adecuadas de los aditivos adicionales en la composición oscilan entre aproximadamente un 1% en peso y aproximadamente un 10% en peso, con concentraciones especialmente adecuadas que oscilan entre aproximadamente un 1% en peso y aproximadamente un 5% en peso, en base al peso total de la composición.

El filamento 44 en cinta, de modo preferente, también muestra propiedades físicas que permiten que el filamento 44 en cinta sea utilizado como material consumible en el sistema 10. En una forma de realización, la composición del filamento 44 en cinta es sustancialmente homogénea a su largo de su extensión. Así mismo, la composición del filamento 44 en cinta, de modo preferente, muestra una temperatura de transición vítrea apropiada para su uso en la cámara 12 de construcción. Ejemplos de temperaturas de transición vítrea a la presión atmosférica para la

composición del filamento 44 en cinta incluyen temperaturas de aproximadamente 80° C o superiores. En algunas formas de realización, las temperaturas de transición vítrea apropiadas ascienden aproximadamente a 100° C o más. En formas de realización adicionales, las temperaturas de transición vítrea apropiadas incluyen aproximadamente 120° C o superiores.

- 5 El filamento 44 en cinta, de modo preferente, también muestra una compresibilidad baja de manera que su compresión axial no provoca que el filamento 44 en cinta quede capturado dentro de un licuefactor. Ejemplos de valores apropiados del módulo de Young para las composiciones poliméricas del filamento 44 en cinta incluyen valores del módulo de aproximadamente 0,2 gigapascales (GPa) o superiores, en los que los valores del módulo de Young se miden de acuerdo con el baremo D638 - 08 de la ASTM. En algunas formas de realización, el módulo de Young oscila entre aproximadamente 1,0 GPa y aproximadamente 5,0 GPa. En formas de realización adicionales, los valores del módulo de Young oscilan entre aproximadamente 1,5 GPa y aproximadamente 3,0 GPa.

10 Ejemplos adicionales del filamento en cinta apropiados para el filamento 44 en cinta y de técnicas apropiadas para la fabricación del filamento 44 en cinta incluyen los divulgados en la Solicitud de Patente Provisional estadounidense No. 61/247,067; y Solicitud de Patente estadounidense No. 12/612,333, titulada "Filamento no Cilíndrico para su Uso en Sistemas de Fabricación Digitales basados en Extrusión"; y filamentos en cinta con motivos de superficie topográficos se divulgan en la Solicitud de patente Provisional estadounidense No. 61/247,078; y en la Solicitud de Patente estadounidense No. 12/612,342 titulada "Materiales Consumibles con Motivos de Superficie Topográficos para su Uso en Sistemas de Fabricación Digitales basados en Extrusión".

15 Las FIGS. 9 y 10 ilustran ejemplos de licuefactores de cinta alternativos apropiados para el licuefactor 28 de cinta (mostrado en las FIGS. 2 - 7), en los que las formas de realización anteriormente realizadas son igualmente aplicadas en los ejemplos siguientes. Como se muestra en la FIG. 9, el licuefactor 138 de cinta es una primera alternativa al licuefactor 38 de cinta, en el que las correspondientes marcas de referencia se incrementan en "100". En esta forma de realización, la zona de entrada y el orificio correspondiente a la zona 64 de entrada y el orificio 76 son omitidos. En su lugar, el tubo 168 de núcleo se extiende más allá del tubo 166 externo y del componente 170 de cuña en el extremo 148 superior. En esta forma de realización, un mecanismo impulsor (por ejemplo, el mecanismo 42 impulsor) puede encajar con el filamento 44 en cinta en la superficie 184 del tubo 164 de núcleo, por encima del canal 172. Esto permite que el mecanismo impulsor impulse porciones sucesivas del filamento 44 en cinta dentro del canal 172 mientras que la superficie 184 externa funciona como un soporte de refuerzo lateral del filamento 44 en cinta de la misma manera analizada anteriormente respecto del licuefactor 38 de cinta.

20 En la forma de realización mostrada, para que las dimensiones apropiadas de la longitud 178 calentada existan, entre la entrada del canal 172 y el extremo 150 de fondo (designada como longitud 182), puede también variar dependiendo de las propiedades de transferencia de calor del bloque 40 térmico (mostrado en la FIG. 2), del grosor y del material del tubo 166 externo y del grosor, del material y de la tasa de impulsión del filamento 44 en cinta. Ejemplos de longitudes apropiadas para la longitud 182 incluyen las analizadas anteriormente para la longitud 82 (mostrada en la FIG. 3).

25 En una forma de realización alternativa, el componente 170 de cuña puede también extenderse hacia arriba con el tubo 168 de núcleo. En formas de realización alternativas adicionales, uno o más elementos entre el tubo 166 externo, el tubo 168 de núcleo y el componente 170 de cuña pueden incluir un medidor de deformación, como se analiza en la Publicación de Solicitud de Patente estadounidense No. 2009/0273122 de Batchelder et al. Esto es ventajoso para monitorizar las cargas aplicadas sobre el tubo 166 exterior, el tubo 168 de núcleo y / o el componente 170 de cuña durante la operación del sistema 10.

30 La FIG 10 es una vista en sección del licuefactor 238 de cinta, que es una alternativa adicional al licuefactor 38 de cinta (mostrado en las FIGS. 2 - 7) y al licuefactor 138 de cinta (mostrado en la FIG. 9). La vista en sección corresponde a la sección 4A - 4A tomada en la FIG. 3, y las correspondientes marcas de referencia se incrementan en "200". Como se muestra, el licuefactor 238 de cinta incluye un tubo 266 externo, una porción 268 de núcleo y un componente 270 de cuña, que definen un canal 272, presentando el canal 272 una sección transversal rectangular mejor que una sección transversal arqueada.

35 Dimensiones apropiadas para el tubo 266 externo, la porción 268 de núcleo, el componente 270 de cuña y el canal 272, incluyen las analizadas anteriormente para los respectivos componentes del licuefactor 38 de cinta. Por ejemplo, anchuras medias apropiadas para la superficie 274 exterior (designada como anchura 274w), la superficie 284 exterior (designada como anchura 284w), y la superficie 286 interior (designada como anchura 286w) incluyen las analizadas anteriormente para el diámetro 74d externo, el diámetro 84d externo y el diámetro 86d interno (mostrados en la FIG. 4A), respectivamente. Las dimensiones del tubo 266 externo, de la porción 268 de núcleo y del componente 270 de cuña pueden ser sustancialmente las mismas a lo largo del eje geométrico x y del eje geométrico y (esto es, una sección transversal cuadrada como se muestra en la FIG. 10), o puede ser diferente (por ejemplo, rectangular) dependiendo del diseño concreto del licuefactor 238 de cinta. De la misma manera, las anchuras apropiadas para el canal 272 (designada como anchura 272w) incluyen las analizadas anteriormente para la anchura arqueada del canal 72, y los grosores apropiados para el canal 272 (designados como grosor 272t) incluyen los analizados anteriormente para el grosor 88 (mostrado en la FIG. 4A).

5 En la forma de realización mostrada, la porción 268 de núcleo está llena sin que presente una zona de taladro hueca. Esto es ventajoso para asegurar que la porción 268 de núcleo puede soportar los esfuerzos laterales aplicados sobre la superficie 284 externa por el mecanismo impulsor (por ejemplo el mecanismo 42 impulsor, mostrado en la FIG. 2) sin alabeo o deformación. En una forma de realización alternativa, la porción 268 de núcleo puede ser un tubo de núcleo hueco que tenga un grosor de pared apropiado.

10 En licuefactor 238 de cinta es un ejemplo de un licuefactor de cinta apropiado de la presente divulgación que está configurado para recibir el filamento 44 en cinta en un estado relajado, no flexionado, como se mostró anteriormente en la FIG. 8A. Las dimensiones del licuefactor 238 de cinta y del filamento 44 en cinta también eliminan eficazmente el núcleo que está asociado con un filamento cilíndrico con una sección transversal circular. Esto permite que el licuefactor 238 de cinta obtenga también unos tiempos de respuesta reducidos en comparación con los licuefactores cilíndricos con los mismos caudales volumétricos.

15 Adicionalmente, las dimensiones del canal 272 están configurados para conformar el flujo en fusión del material fundido del filamento 44 en cinta a un flujo de motivo rectangular, que también es un flujo axialmente asimétrico. Tras alcanzar la punta 252 de extrusión (no mostrada), sin embargo, este flujo en fusión cambia a un flujo sustancialmente axialmente simétrico para la extrusión de la misma manera analizada anteriormente para el licuefactor 38 de cinta en la FIG. 5. Esto también contrasta con un licuefactor cilíndrico, en el que un flujo en fusión permanece como un flujo axialmente simétrico en el licuefactor cilíndrico y en la punta de extrusión.

20 En formas de realización adicionales de la presente divulgación, los filamentos cilíndricos y no cilíndricos anteriormente analizados pueden también ser huecos. Dado que el área en sección transversal del plástico es reducida por el núcleo ausente, el diámetro hidráulico del filamento hueco puede también ser inferior al diámetro físico. Por consiguiente, ejemplos de diámetros hidráulicos apropiados para los filamentos huecos de la presente divulgación incluyen los analizados anteriormente. Así mismo, el licuefactor puede también incluir un núcleo coincidente con el filamento hueco, para que el extruido sea calentado desde el interior y desde el exterior.

25 Una ventaja adicional potencial de un filamento hueco es que, cuando el filamento hueco es fabricado mediante extrusión rápida a partir de un mezclador, de modo preferente, es rápidamente enfriado antes de que quede retenido sobre un conjunto de suministro (por ejemplo, bobinado). El proceso de enfriamiento rápido puede inducir cambios de diámetro en otro caso filamento macizo que pueden modificarse a lo largo de su extensión. En comparación, si un filamento hueco es rápidamente enfriado, la superficie interna del filamento hueco puede variar de diámetro, haciendo más uniforme la superficie externa.

30 Otra ventaja adicional potencial de un filamento hueco en forma de placa curva cilíndrica es su adaptación al mecanismo impulsor del filamento. Un filamento macizo puede acercarse a un filamento incompresible para que un rodillo impulsor o unos dientes impulsores puedan obtener una tracción demasiado pequeña o demasiado grande si el diámetro del filamento es ligeramente pequeño o grande. Un filamento hueco, sin embargo, permite la adaptación para que pequeñas variantes del diámetro del filamento sean compensadas por variaciones en la cantidad de compresión del filamento hueco.

35 Otra ventaja adicional potencial suplementaria de un filamento hueco es la reducción térmica reducida en la entrada del licuefactor. Cuando un filamento macizo está fijo, el calor puede lentamente ascender el centro del filamento hasta la zona situada por encima de la porción calentada del licuefactor en la que las paredes son relativamente frías. Si el filamento se funde en ese punto, tiende a solidificarse contra la pared más fría, provocando potencialmente una fuerza axial mayor para reiniciar el movimiento del filamento. La velocidad de conducción de calor ascendente hacia arriba de un filamento hueco, sin embargo, será más lenta que la velocidad de conducción hacia arriba de un filamento macizo debido a la falta de un núcleo.

45

REIVINDICACIONES

1.- Un licuefactor (38, 138, 238) de cinta para su uso en un sistema (10) de fabricación digital basado en extrusión que incorpora un mecanismo (42) impulsor y un componente (40) de transferencia de calor, comprendiendo el licuefactor (38, 138, 238) de cinta:

5 una porción externa del licuefactor que presenta una longitud que se extiende a lo largo de un eje geométrico (46, 146, 246) longitudinal y configurada para recibir energía térmica desde el componente (40) de transferencia de calor;

10 un canal (72, 172, 272) que se extiende a lo largo del eje geométrico (46, 146, 246) longitudinal al menos parcialmente definido por la porción externa del licuefactor, presentando el canal (72, 172, 272) un extremo (48, 148) de entrada con unas dimensiones configuradas para recibir un filamento (44) en cinta, y un extremo de salida, en el que el licuefactor (38, 138, 238) de cinta está configurado para fundir el filamento (44) en cinta recibido dentro del canal (72, 172, 272) en al menos un estado extruible con la energía térmica recibida para suministrar un flujo en fusión, y en el que las dimensiones del canal (72, 172, 272) están también configuradas para conformar el flujo en fusión en un flujo axialmente asimétrico dentro del canal (72, 172, 272); y

15 una punta (52, 152) de extrusión que se extiende a lo largo del eje geométrico (46, 146, 246) longitudinal desde la porción externa del licuefactor en el extremo de salida del canal (72, 172, 272), en el que las dimensiones de la punta (52, 152) de extrusión están configuradas para conformar el flujo en fusión desde el flujo axialmente asimétrico dentro del canal (72, 172, 272) hasta un flujo sustancialmente axialmente simétrico para la extrusión desde la punta (52, 152) de extrusión.

2.- El licuefactor (38, 138, 238) de cinta de la reivindicación 1, en el que la porción externa del licuefactor está configurada para transferir la energía térmica al filamento (44) en cinta, recibido dentro del canal (72, 172, 272) de una manera tal que al menos aproximadamente un 60% de la energía térmica se difunde a través del filamento (44) en cinta en una dimensión en sección transversal del filamento (44) en cinta.

25 3.- El licuefactor (38, 138, 238) de cinta de cualquier reivindicación precedente, en el que las dimensiones del canal (72, 172, 272) definen una sección transversal con una anchura y un grosor, en el que la relación de forma de la anchura con respecto al grosor es aproximadamente de 2:1 o superior.

4.- El licuefactor (38, 138, 238) de cinta de la reivindicación 3, en el que la relación de forma de la anchura con respecto al grosor oscila entre 2,5:1 y aproximadamente 20:1.

30 5.- El licuefactor (38, 138, 238) de cinta de cualquier reivindicación precedente, en el que la porción externa del licuefactor comprende un orificio (76) que está configurado para proporcionar acceso al mecanismo (88) impulsor para encajar con el filamento (44) en cinta recibido dentro del canal (72, 172, 272).

6.- El licuefactor (38, 138, 238) de cinta de la reivindicación 1, en el que las dimensiones del canal (72, 172) definen una sección transversal arqueada.

35 7.- El licuefactor (38, 138, 238) de cinta de la reivindicación 6, en el que la sección transversal arqueada presenta una anchura arqueada que se extiende en ángulo desde un punto radialmente concéntrico, en el que el ángulo oscila entre aproximadamente 30 grados y aproximadamente 180 grados.

40 8.- Un procedimiento para construir un modelo tridimensional en un sistema (10) de fabricación digital basado en extrusión que incorpora un mecanismo (42) impulsor y un componente (40) de transferencia de calor, comprendiendo el procedimiento:

45 impulsar un filamento (44) en cinta a través de un canal (72, 172, 272) de un licuefactor (38, 138, 238) de cinta, comprendiendo además el licuefactor (38, 138, 238) de cinta una porción externa del licuefactor que al menos parcialmente define el canal (72, 172, 272), en el que la porción externa del licuefactor presenta una longitud que se extiende a lo largo de un eje geométrico (46, 146, 246) longitudinal y está configurada para recibir energía térmica desde el componente (40) de transferencia de calor;

fundir el filamento en cinta dentro del canal que se extiende a lo largo del eje geométrico (46, 146, 246) longitudinal hasta al menos un estado extruible para suministrar un flujo en fusión, en el que las dimensiones del canal (72, 172, 272) conforman el flujo en fusión en un flujo axialmente asimétrico; y

50 extruir el flujo en fusión a partir de una punta (52, 152) de extrusión que se extiende a lo largo del eje geométrico (46, 146, 246) longitudinal desde la porción externa del licuefactor en el extremo de salida del canal (72, 172, 272), en el que el flujo en fusión presenta un flujo sustancialmente axialmente simétrico en la punta (52, 152) de extrusión.

9.- El procedimiento de la reivindicación 8, en el que las dimensiones del canal (272) definen una sección transversal rectangular.

10.- El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la sección transversal rectangular presenta una anchura y un grosor, en el que una relación de forma de la anchura con respecto al grosor es aproximadamente de 2:1 o superior.

5 11.- El procedimiento de la reivindicación 10, en el que la porción externa del licuefactor comprende un orificio (76) y en el que el procedimiento comprende además el encaje del mecanismo (42) impulsor con el filamento (44) en cinta recibido dentro del canal (72, 172, 272) en el orificio.

10 12.- El procedimiento de las reivindicaciones 8, 9, 10 u 11, en el que fundir el filamento (44) en cinta dentro del canal (72, 172, 272) comprende transferir energía térmica al filamento en cinta recibido en el canal de una manera tal que al menos aproximadamente un 60% de la energía térmica se difunde a través del filamento (44) en cinta en una dimensión en sección transversal del filamento en cinta.

13.- El procedimiento de la reivindicación 12, en el que al menos aproximadamente un 70% de la energía térmica es difundida solo en la dimensión en sección transversal del filamento (44) en cinta.

15 14.- El procedimiento de la reivindicación 8, en el que las dimensiones del canal (72, 172) definen una sección transversal arqueada.

15.- El procedimiento de la reivindicación 14, en el que la sección transversal arqueada presenta una anchura arqueada que se extiende en ángulo desde un punto radialmente concéntrico, en el que el ángulo oscila entre aproximadamente 30 grados y aproximadamente 180 grados.

20

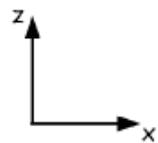
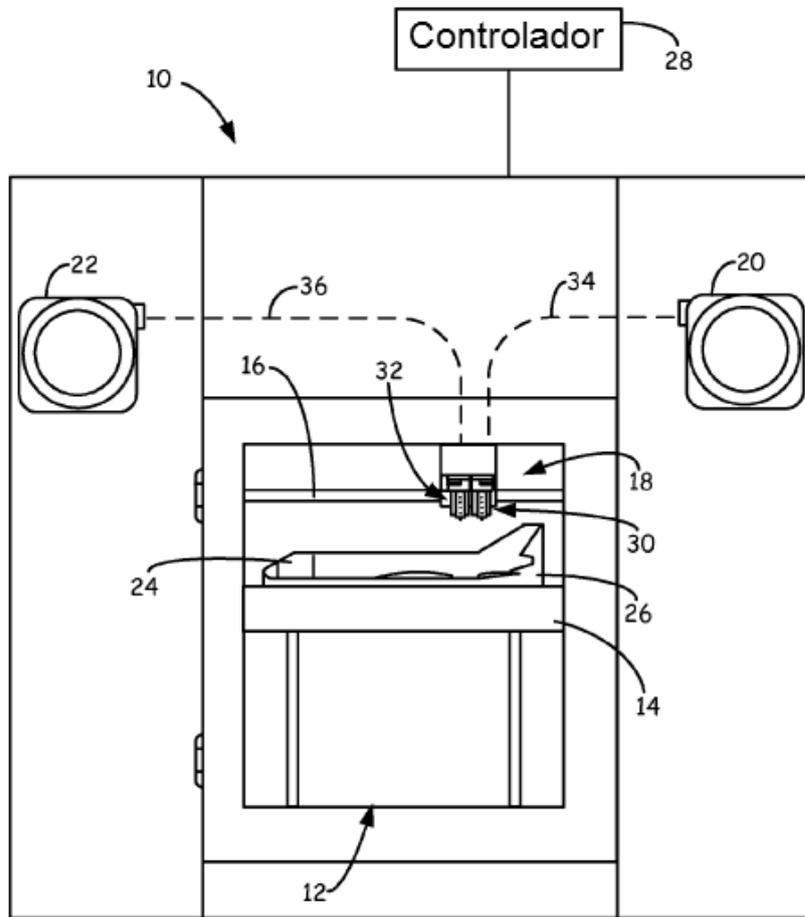
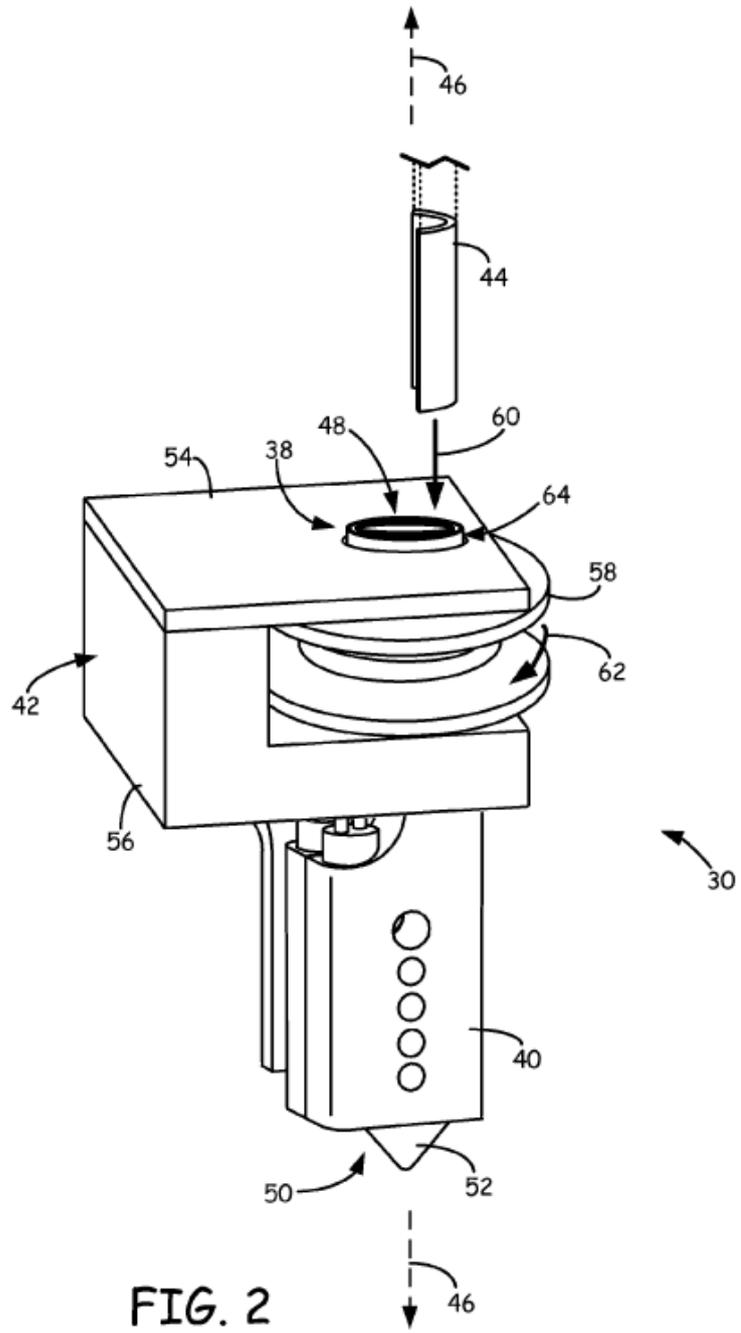


FIG. 1



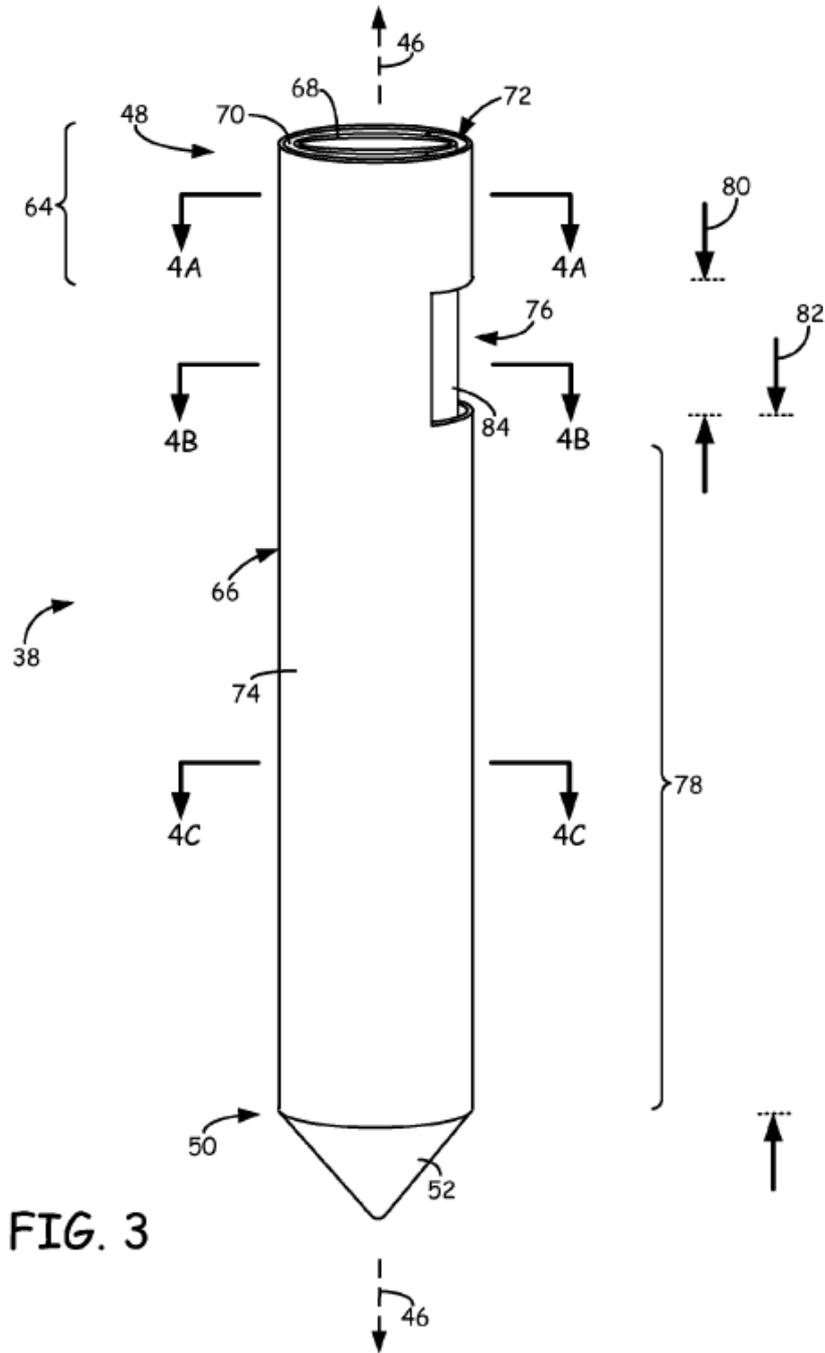


FIG. 4A

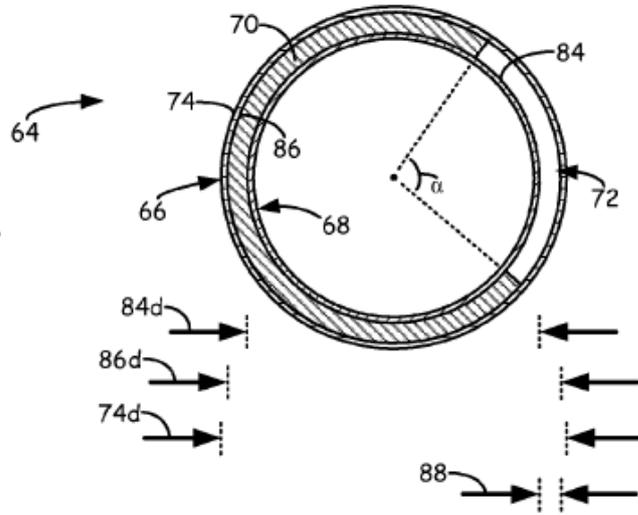


FIG. 4B

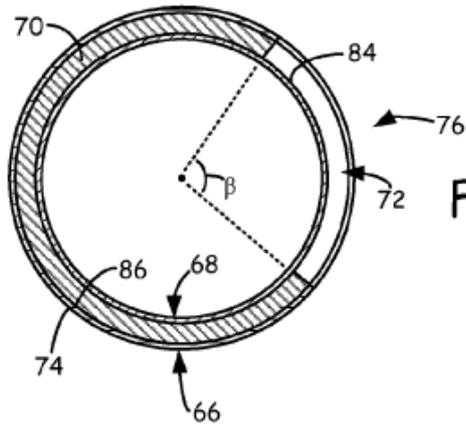
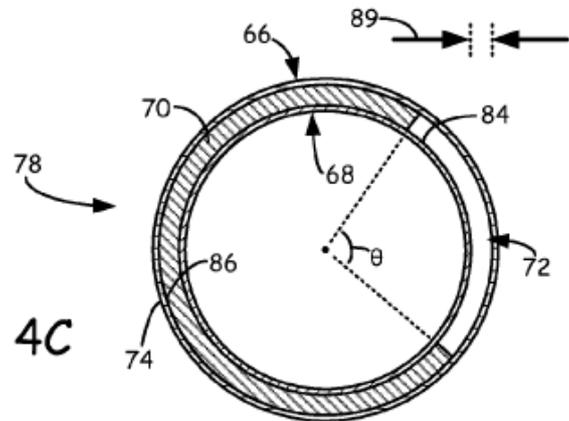
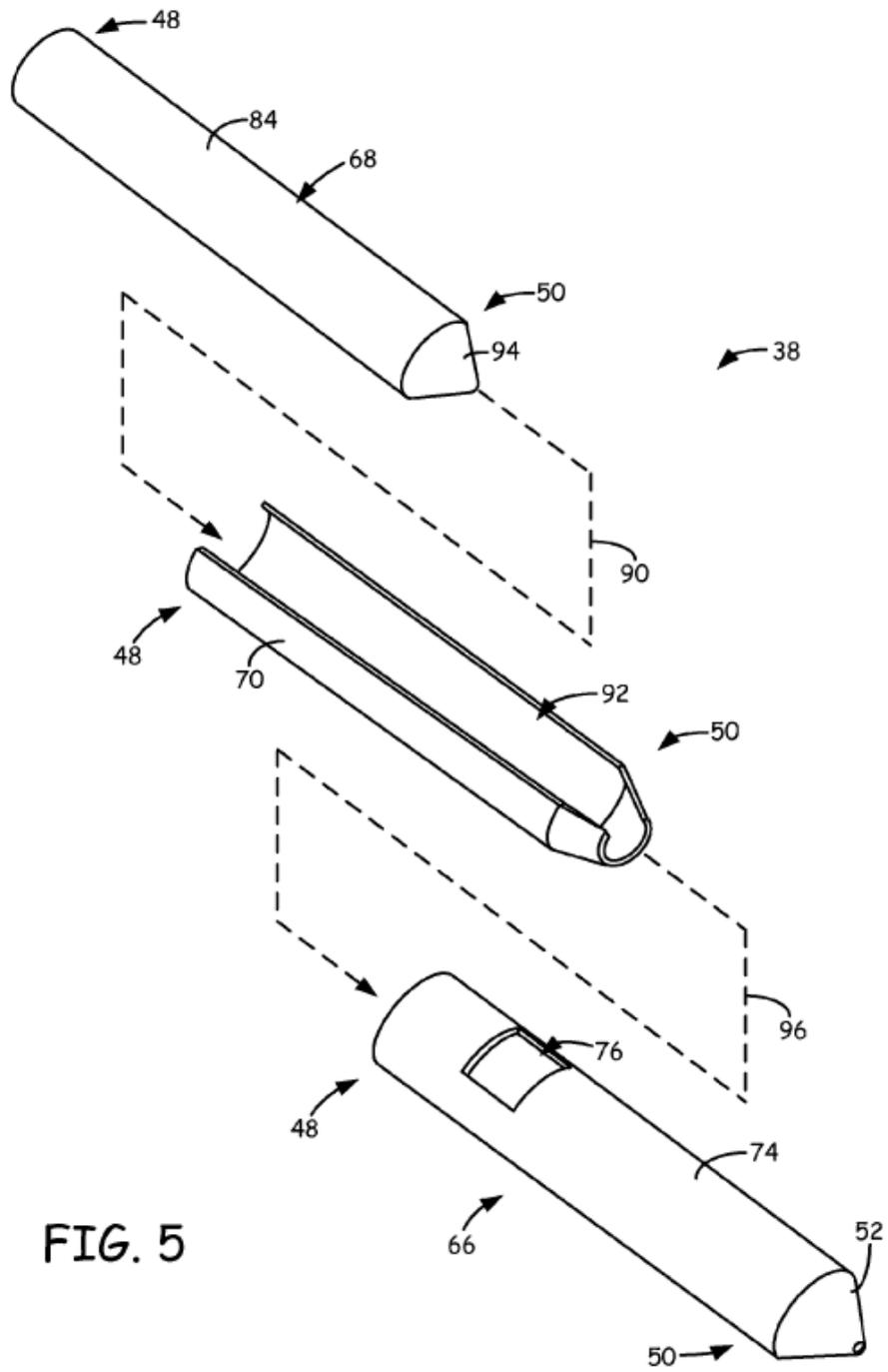
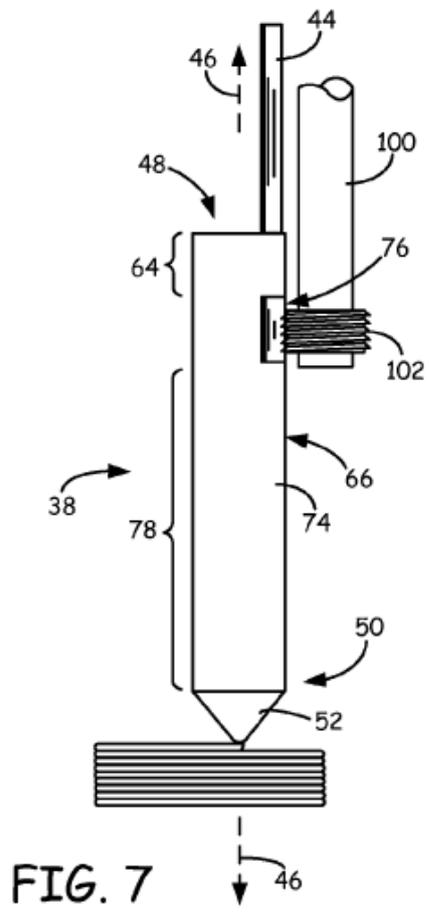
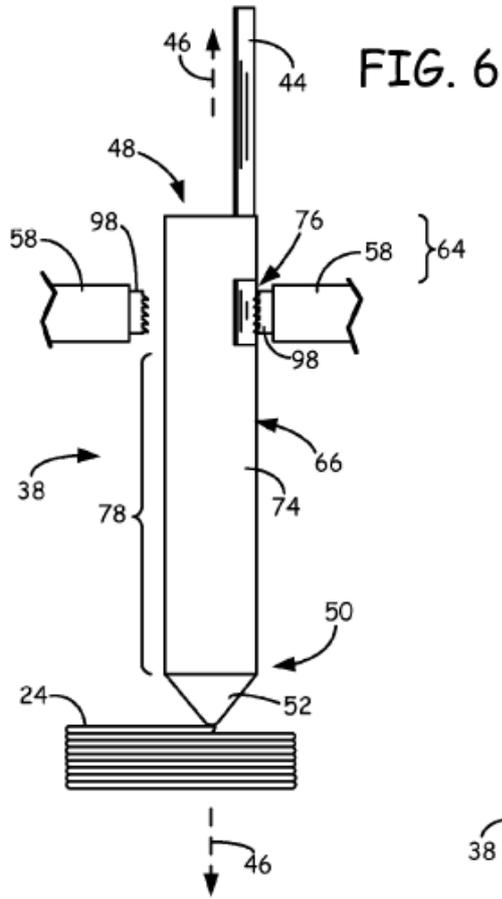


FIG. 4C







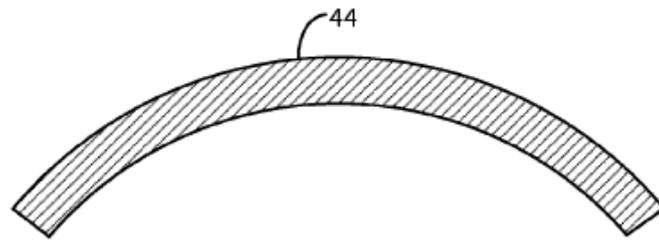
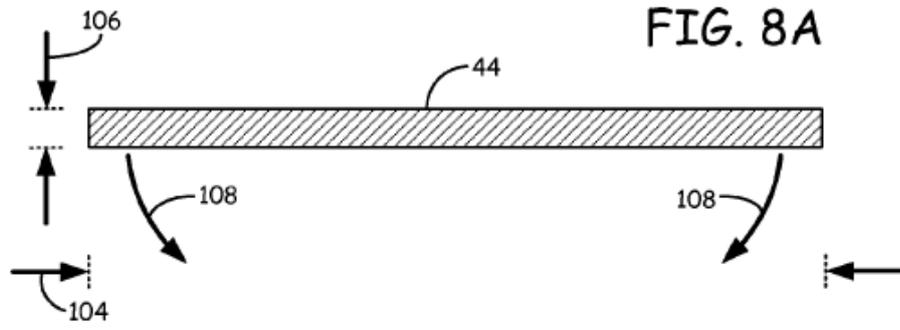


FIG. 8B

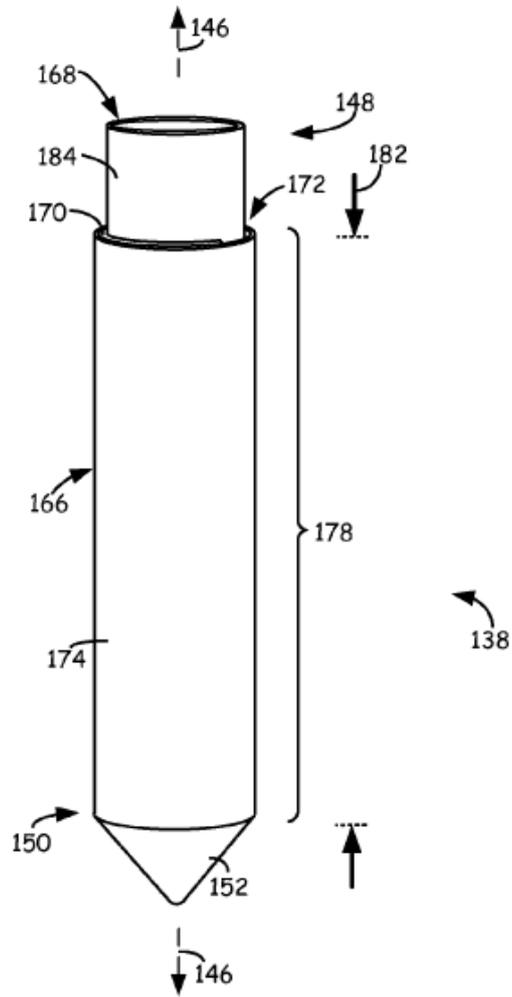


FIG. 9

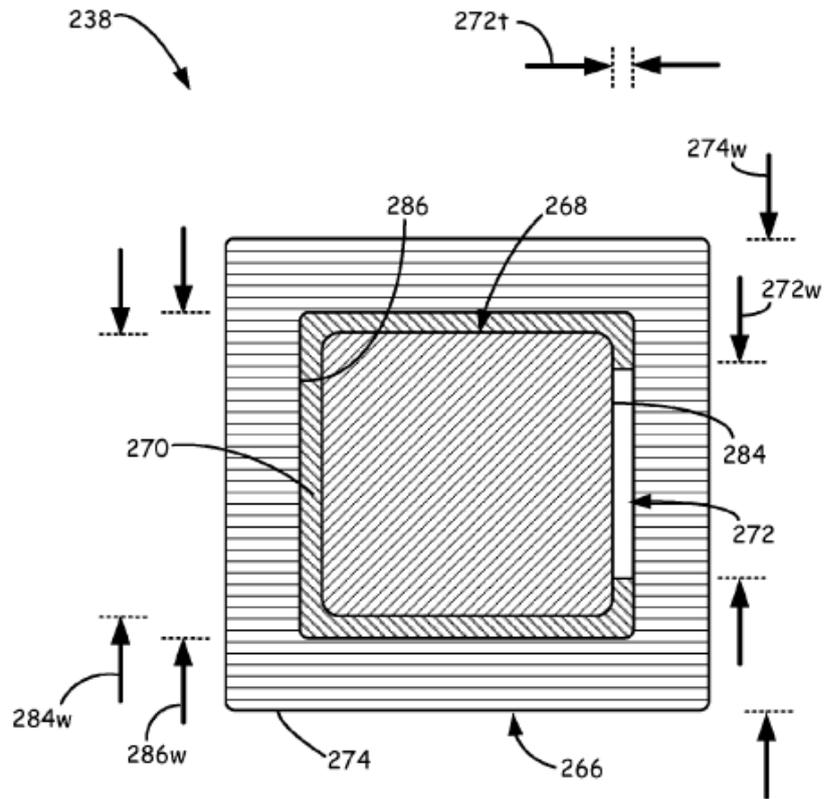


FIG 10