

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 197**

51 Int. Cl.:

**B22F 3/105** (2006.01)

**B22F 5/10** (2006.01)

**B29C 67/00** (2007.01)

**F16L 59/065** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.08.2014 PCT/GB2014/052472**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.02.2015 WO15022527**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2014 E 14753123 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 3033192**

54 Título: **Producción de objetos**

30 Prioridad:

**14.08.2013 GB 201314514**  
**14.08.2013 EP 13275184**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.10.2017**

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)**  
**6 Carlton Gardens**  
**London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**POTTER, MARK ALFRED**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 638 197 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

Producción de objetos

## CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere a la producción de objetos. Algunos ejemplos de objetos apropiados incluyen, aunque sin carácter limitante, las tuberías.

## ANTECEDENTES

10 La fabricación aditiva (AM) (también conocida como fabricación por adición de capas (ALM), impresión 3D, etc.) es un proceso que se puede utilizar para producir objetos complejos y funcionales, capa a capa, sin moldes o dados. Habitualmente, dichos procesos incluyen proporcionar un material (p. ej., metal o plástico) en forma de un polvo o un hilo, y que utilizan una fuente térmica potente, tal como un haz láser, haz de electrones o un arco de soldadura por plasma o eléctrica, fundir una cantidad de ese material y depositar el material fundido (p. ej., sobre una placa base de una pieza de trabajo). A continuación, se superponen capas adicionales sobre cada capa anterior.

Procesos de AM, a modo de ejemplo, incluyen, aunque sin carácter limitante, fusión por láser de polvo soplado ("*Laser Blown Powder*"), fusión por láser en lecho de polvo ("*Laser Powder Bed*") y tecnologías de hilo y arco.

15 En un campo independiente, las tuberías para transportar fluido están revestidas (es decir, se envuelve material de aislamiento térmico alrededor de una superficie externa de las tuberías) de modo que, por ejemplo, se evite la pérdida de calor desde el fluido que fluye a través de las tuberías. El proceso de revestimiento de tuberías tiende a requerir mucho tiempo y a ser costoso. Además, si una tubería se encuentra en una ubicación de difícil acceso, el revestimiento de esa tubería puede ser un proceso difícil. Además, el material de revestimiento tiende a ser voluminoso y proclive a dañarse ya que el material tiende a ser ligero y delicado.

20

Algunos materiales de revestimiento convencionales se fabrican mediante la interposición de un material de lana de vidrio entre láminas delgadas de aluminio. Esto tiende a ser un proceso relativamente complejo.

25 En algunas situaciones, las tuberías están revestidas por razones de seguridad, por ejemplo, para evitar fuegos y evitar que la gente se queme. No obstante, durante su utilización, una manta térmica convencional puede permitir que una fuga de combustible o aceite alcance una superficie caliente, el cual a continuación se puede inflamar.

El documento GB2416319A expone un método de fusión por láser de dos capas de un tubo para formar un tubo de pared doble con separadores entre las paredes.

## COMPENDIO DE LA INVENCION

30 En un primer aspecto, la presente invención proporciona un método de fabricación de un componente para aeronaves (por ejemplo, una tubería aislada térmicamente). El método comprende realizar, mediante un aparato de fabricación aditiva, un proceso de fabricación aditiva para formar un componente inicial para aeronaves. El objeto inicial comprende un tubo interior, que comprende un primer extremo, un segundo extremo, opuesto al primer extremo, y una primera sección intermedia entre el primer extremo y el segundo extremo, y un tubo exterior, que comprende un tercer extremo, un cuarto extremo, opuesto al tercer extremo, y una segunda sección intermedia entre el tercer extremo y el cuarto extremo. El tubo interior y el tubo exterior están acoplados entre sí, de modo que el tubo interior está dentro del tubo exterior (por ejemplo, está dentro en su totalidad). Asimismo, el tubo interior y el tubo exterior están acoplado entre sí, de modo que únicamente el primer extremo esté acoplado al tercer extremo y el segundo extremo esté acoplado al cuarto extremo. Por tanto, la primera sección intermedia y la segunda sección intermedia están separadas y no están conectadas directamente entre sí, por ejemplo, mediante ninguna estructura de unión. Asimismo, el tubo interior y el tubo exterior están acoplados entre sí, de modo que haya una cámara entre la primera sección intermedia y la segunda sección intermedia. Por tanto, la primera sección intermedia y la segunda sección intermedia están separadas por la cámara a lo largo de todas sus longitudes. La cámara tiene una abertura de la cámara. El método comprende además crear, dentro de la cámara, a través de la abertura de la cámara, unas condiciones predeterminadas, y, posteriormente, sellar la abertura de la cámara de modo que se mantengan, dentro de la cámara, las condiciones creadas, y producir de ese modo el componente para aeronaves.

45

Las ventajas proporcionadas al tener el tubo interior y el tubo exterior conectados o acoplados únicamente entre sí (mediante una estructura o estructuras) en los extremos de esos tubos, significa que ninguna estructura o estructuras de soporte que conectan o acoplan entre sí la primera y segunda sección intermedia están presentes dentro de la cámara. Las ventajas proporcionadas por esta característica son al menos dos. En primer lugar, los componentes para aeronaves tienden a tener unas propiedades de aislamiento térmico mejoradas en comparación con los componentes en los que las partes intermedias están acopladas o conectadas directamente entre sí mediante estructuras de soporte (térmicamente conductoras). En segundo lugar, los componentes para aeronaves tienden a tener un peso reducido en comparación con los componentes en los que las secciones intermedias están

50

acopladas o conectadas entre sí mediante estructuras de soporte. Esta reducción de peso tiende a ser significativa cuando se aplica en toda la totalidad de una aeronave.

5 El objeto inicial puede comprender además una primera sección anular y una segunda sección anular. La primera sección anular puede conectar o acoplar entre sí el primer extremo y el tercer extremo. La primera sección anular se puede acoplar al tubo interior, de modo que el fluido pueda fluir a través del tubo interior, por ejemplo, se puede disponer un orificio de la primera sección anular alrededor de una abertura en el primer extremo del tubo interior. La segunda sección anular puede conectar o acoplar entre sí el segundo extremo y el cuarto extremo. La segunda sección anular se puede acoplar al tubo interior, de modo que el fluido pueda fluir a través del tubo interior, por ejemplo, se puede disponer un orificio de la segunda sección anular alrededor de una abertura en el segundo extremo del tubo interior. En algunos aspectos, el tubo interior y el tubo exterior están conectados o acoplados entre sí únicamente por la primera sección anular y la segunda sección anular, y mediante ninguna otra estructura.

10 El componente para aeronaves puede ser una tubería. Se puede permitir que un fluido fluya a través del tubo interior. La tubería puede no ser recta.

15 El objeto inicial puede comprender además al menos un tubo interior adicional, donde cada tubo interior adicional se acopla al tubo exterior de modo que al menos parte de ese tubo interior adicional esté dentro de al menos parte del tubo exterior, y de modo que la cámara esté entre el tubo exterior y la o las partes de ese tubo interior adicional que están dentro del tubo exterior. Cada tubo interior adicional puede comprender unos extremos opuestos respectivos y una sección intermedia entre esos extremos. En algunos aspectos, para cada tubo interior adicional, únicamente los extremos de ese tubo interior adicional están acoplados al tubo exterior, de modo que las partes intermedias de los tubos interiores adicionales no estén conectadas directamente a la segunda sección intermedia. En algunos aspectos, para cada tubo interior adicional, la sección intermedia de ese tubo interior adicional no está conectada directamente (p. ej., mediante una estructura de soporte) a la primera sección intermedia y/o a las partes intermedias de cualesquiera de los demás tubos interiores adicionales.

20 El paso de creación puede comprender evacuar, al menos parcialmente, la cámara. El paso de sellado se puede realizar de modo que la cámara sea hermética frente al aire. El paso de evacuación de la cámara se puede realizar de modo que la cámara se evacúe totalmente. Preferentemente, las paredes de la cámara (es decir, las paredes de los tubos interior y exterior) son lo suficientemente resistentes y rígidas como para no deformarse de manera sustancial cuando se evacúa la cámara. Por tanto, se mantiene una cámara de tamaño constante.

25 El paso de creación puede comprender llenar, al menos parcialmente, la cámara con una cantidad de material, por ejemplo, un material de cambio de fase. El paso de sellado se puede realizar de modo que se evite el movimiento del material de la cámara. El material puede tener una conductividad térmica baja.

30 El proceso de fabricación aditiva puede ser un proceso de fusión en lecho de polvo.

La abertura de la cámara puede ser un tubo capilar que tiene una sección transversal relativamente pequeña.

35 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un componente para aeronaves fabricado utilizando un método de acuerdo con el primer aspecto.

40 Un aparato para la fabricación de un componente para aeronaves de acuerdo con el método del primer aspecto puede comprender un aparato de fabricación aditiva configurado para realizar un proceso de fabricación aditiva con el fin de formar un objeto inicial. El objeto inicial comprende: un tubo interior, que comprende un primer extremo, un segundo extremo, opuesto al primer extremo, y una primera sección intermedia entre el primer extremo y el segundo extremo; y un tubo exterior, que comprende un tercer extremo, un cuarto extremo, opuesto al tercer extremo, y una segunda sección intermedia entre el tercer y el cuarto extremo; donde el tubo interior y el tubo exterior están acoplados entre sí, de modo que el tubo interior esté dentro del tubo exterior; únicamente el primer extremo está acoplado al tercer extremo y el segundo extremo está acoplado al cuarto extremo, y de modo que la primera sección intermedia y la segunda sección intermedia estén separadas y no conectadas directamente entre sí; y hay una cámara entre la primera sección intermedia y la segunda sección intermedia, teniendo la cámara una abertura. El aparato comprende además medios para crear, dentro de la cámara, a través de la abertura de la cámara, unas condiciones predeterminadas, y medios para sellar la abertura de la cámara de modo que se mantenga, dentro de la cámara, las condiciones creadas, y producir de ese modo el componente para aeronaves.

45 El objeto inicial puede comprender además una primera sección anular y una segunda sección anular. La primera sección anular puede conectar entre sí el primer extremo y el tercer extremo. La primera sección anular se puede acoplar al tubo interior, de modo que el fluido pueda fluir a través del tubo interior, por ejemplo, se puede disponer un orificio de la primera sección anular alrededor de una abertura en el primer extremo del tubo interior. La segunda sección anular puede conectar entre sí el segundo extremo y el cuarto extremo. La segunda sección anular se puede acoplar al tubo interior, de modo que el fluido pueda fluir a través del tubo interior, por ejemplo, se puede disponer un orificio de la segunda sección anular alrededor de una abertura en el segundo extremo del tubo interior. En algunos aspectos, el tubo interior y el tubo exterior están conectados entre sí únicamente mediante la primera

sección anular y la segunda sección anular, y mediante ninguna otra estructura.

El componente para aeronaves puede ser una tubería. Se puede permitir que un fluido fluya a través del tubo interior.

Los medios de creación pueden comprender medios para evacuar, al menos parcialmente, la cámara.

- 5 Los medios de sellado pueden comprender medios de sellado de la abertura de la cámara, de modo que la cámara sea hermética frente al aire.

10 En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un método de fabricación de un objeto. El método comprende: realizar, mediante el aparato de fabricación aditiva, un proceso de fabricación aditiva para formar un objeto inicial, comprendiendo el objeto inicial una primera sección y una segunda sección, donde la primera sección y la segunda sección están acopladas entre sí de modo que al menos parte de la primera sección esté dentro de al menos parte de la segunda sección, y de modo que haya una cámara entre la segunda sección y la o las partes de la primera sección que están dentro de la segunda sección, teniendo la cámara una abertura de la cámara; crear, dentro de la cámara, a través de la abertura de la cámara, unas condiciones predeterminadas; y posteriormente, sellar la abertura de la cámara de modo que se mantenga, dentro de la cámara, las condiciones creadas, y producir de ese modo el objeto.

15 El objeto puede ser una tubería. La primera sección puede comprender una sección tubular a través de la cual puede fluir un fluido. La segunda sección puede comprender una sección tubular que rodea, al menos en cierta medida, la primera sección.

- 20 En algunos aspectos, la tubería no es una tubería recta. Por ejemplo, la tubería puede tener una forma relativamente complicada con una pluralidad de curvas y recodos.

El objeto inicial puede comprender además al menos una sección tubular adicional, donde cada sección tubular adicional se acopla a la segunda sección, de modo que al menos parte de esa sección tubular adicional esté dentro de al menos parte de la segunda sección, y de modo que la cámara esté entre la segunda sección y la o las partes de esa sección tubular adicional que están dentro de la segunda sección.

- 25 El paso de creación de las condiciones puede comprender evacuar, al menos parcialmente, la cámara. Por ejemplo, el gas y el material sobrante se pueden evacuar de la cámara, de modo que haya al menos un vacío parcial dentro de la cámara. El paso de sellado se puede realizar de modo que la cámara sea hermética frente al aire.

El paso de evacuación de la cámara se puede realizar de modo que la cámara esté totalmente evacuada, es decir, de modo que haya un vacío dentro de la cámara.

- 30 El paso de crear las condiciones puede comprender llenar, al menos parcialmente, la cámara con una cantidad de material, por ejemplo, un material que tiene una conductividad térmica baja, tal como una espuma termoestable. El paso de sellado se puede realizar de modo que se evite el movimiento del material de la cámara.

El proceso de fabricación aditiva puede ser un proceso de fusión en lecho de polvo.

La abertura de la cámara puede ser un tubo capilar que tiene una sección transversal relativamente pequeña.

- 35 El objeto inicial puede comprender además una estructura de soporte dentro de la cámara que conecta la primera sección a la segunda sección.

En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un objeto fabricado utilizando un método de acuerdo con el aspecto anterior. El objeto puede ser una tubería.

- 40 El aparato para la fabricación de un objeto de acuerdo con el método del primer aspecto comprende: un aparato de fabricación aditiva configurado de modo que realice un proceso de fabricación aditiva para formar un objeto inicial, comprendiendo el objeto inicial una primera sección y una segunda sección, donde la primera sección y la segunda sección se acoplan entre sí de modo que al menos parte de la primera sección esté dentro de al menos parte de la segunda sección, y de modo que haya una cámara entre la segunda sección y la o las partes de la primera sección que están dentro de la segunda sección, teniendo la cámara una abertura de la cámara; medios para crear, dentro de la cámara, a través de la abertura de la cámara, unas condiciones predeterminadas; y medios para sellar la abertura de la cámara, de modo que se mantenga, dentro de la cámara, el entorno creado, y producir de ese modo el objeto.

- 45 El objeto puede ser una tubería. La primera sección puede comprender una sección tubular a través de la cual puede fluir un fluido. La segunda sección puede comprender una sección tubular que rodea, al menos en cierta medida, la primera sección.

Los medios para crear las condiciones pueden comprender medios para evacuar, al menos parcialmente, la cámara (tal como una cámara de vacío y una bomba de vacío). Los medios para sellar pueden comprender medios para sellar la abertura de la cámara, de modo que la cámara sea hermética frente al aire (tal como un aparato de engaste y soldadura fuerte o un aparato de soldadura).

5 DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra un aparato de fabricación aditiva a modo de ejemplo;

la figura 2 es un diagrama de flujo del proceso que muestra ciertos pasos de una realización de un proceso de producción de una tubería;

10 la figura 3 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista en perspectiva de una tubería intermedia;

la figura 4 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal de la tubería intermedia;

la figura 5 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista en perspectiva de la tubería; y

15 la figura 6 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal de la tubería.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 La terminología "fabricación aditiva" se utiliza en la presente para hacer referencia a todos los procesos aditivos que se pueden utilizar para producir objetos complejos y funcionales, capa a capa, sin moldes o dados, p. ej., al proporcionar un material (p. ej., metal o plástico) habitualmente en forma de un polvo o un hilo, y que utilizan una fuente térmica potente, tal como un haz láser, haz de electrones o un arco de soldadura por plasma o eléctrica, fundir una cantidad de ese material y depositar el material fundido (p. ej., sobre una placa base/pieza de trabajo) y posteriormente superponer capas de material sobre cada capa anterior.

25 La fabricación aditiva (AM) también conocida *inter alia* como impresión 3D, fabricación digital directa (DDM), fabricación digital (DM), fabricación aditiva por capas (ALM), fabricación rápida (RM), conformado neto con fusión por láser (LENS), deposición directa de metal, fabricación directa, fusión por haz de electrones, fusión por láser, elaboración con forma libre, recubrimiento por láser, sinterizado directo de metal por láser.

A continuación, se describe una realización de un objeto con más detalle haciendo referencia a las figuras 5 y 6. En esta realización, el objeto es un componente para aeronaves y en particular una tubería para transportar fluidos a lo largo de parte de una aeronave.

30 La figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra un aparato de fabricación aditiva 2, a modo de ejemplo, que se utiliza en una realización de un proceso de fabricación de la tubería. En esta realización, tal como se describe con más detalle a continuación haciendo referencia a la figura 2, el aparato de AM 2 realiza un proceso de fabricación aditiva de modo que cree una tubería intermedia 4 que será procesada posteriormente para producir la tubería. La tubería intermedia 4 se describe con más detalle a continuación haciendo referencia a las figuras 3 y 4.

35 En esta realización, el aparato de AM 2 es un aparato para realizar procesos de AM en lecho de polvo. No obstante, en otras realizaciones, se utiliza un tipo diferente de aparato de AM para producir la tubería intermedia 4, p. ej., mediante la realización de un tipo diferente de proceso de AM. Algunos ejemplos de procesos de AM que se pueden utilizar en otras realizaciones incluyen, aunque sin carácter limitante, procesos de extrusión de material, procesos con material a presión, procesos con aglutinante a presión, procesos de laminación de capas, procesos de fotopolimerización en cuba, procesos de fusión en lecho de polvo y procesos de deposición con energía dirigida.

40 En esta realización, el aparato de AM 2 comprende una fuente térmica en forma de una fuente láser 6 configurada de modo que produzca un haz láser de alta potencia 8. La fuente láser 6 puede ser cualquier tipo adecuado de fuente láser, p. ej., una fuente láser que se configura de modo que tenga una salida de potencia de onda continua de 500 W.

45 El aparato de AM 2 comprende además un depósito de polvo 10 (o lecho de polvo) que contiene una cantidad de polvo metálico 12. El polvo metálico 12 es un polvo de aleación de titanio. En otras realizaciones, se puede utilizar un tipo diferente de material (p. ej., un polvo cerámico o un tipo diferente de polvo metálico, tal como polvo de acero, un polvo de una aleación de base níquel, un polvo de aleación de aluminio o un polvo de cobre).

50 Durante el funcionamiento, se eleva (en la dirección indicada mediante una flecha en la figura 3 y el número de referencia 16) un primer pistón 14 (que está ubicado en el fondo del primer depósito 10), de modo que eleve una cantidad del polvo 12 por encima de un nivel superior del primer depósito 10. A continuación, se hace rodar un

- rodillo 18 (en la dirección indicada mediante una flecha en la figura 3 y el número de referencia 20) sobre la superficie superior del primer depósito 10 y a través de una superficie superior de un segundo depósito 22. Esto se realiza de modo que el polvo metálico 12 que se elevó por encima del nivel del primer depósito 10, mediante la elevación del primer pistón 14, se extienda sobre una superficie superior del segundo depósito 22. Por tanto, una superficie superior de los contenidos del segundo depósito 22 está cubierta por una capa de polvo metálico 12. En otras realizaciones, se puede utilizar un medio diferente para extender el polvo metálico 12 a través de la superficie superior de los contenidos del segundo depósito 22, tal como una escobilla, en lugar del rodillo 18 o además de este.
- Después de que se haya extendido una capa de polvo metálico 12 a través de una superficie superior de los contenidos del segundo depósito 22, un ordenador 24 controla la fuente láser 6 para suministrar el haz láser 8 a través de una fibra óptica 26 hasta unos elementos ópticos de enfoque 28. Los elementos ópticos de enfoque, enfocan el haz láser 8 a un punto focal 30 en la capa de polvo metálico 22 que se ha extendido a través de una superficie superior de los contenidos del segundo depósito 22. El haz láser 8 funde una sección de la capa de polvo metálico 12 en la que está enfocada el haz láser 8.
- En esta realización, el polvo metálico 12 en el que está enfocado el haz láser 8 se funde totalmente mediante el haz láser 8 y posteriormente se le permite enfriar de modo que forme una capa de material sólido. A continuación, se baja (es decir, se mueve en una dirección indicada en la figura 3 mediante una flecha sólida y el número de referencia 34) un segundo pistón 32, ubicado en el fondo del segundo depósito 22, para permitir que el rodillo 18 extienda una capa adicional de polvo metálico 12 a través de la superficie superior de los contenidos del segundo depósito 22 (y posteriormente se funde y se le permite solidificar).
- Se echan muchas capas de material, una encima de otra (de acuerdo con un modelo de diseño digital 36 de la tubería intermedia 4 almacenado en el ordenador 24) para producir la tubería intermedia 4.
- En esta realización, la fuente láser 6 y los elementos ópticos de enfoque 28 se pueden mover bajo el control del ordenador 24 en un plano X-Y que es paralelo a la superficie superior de los contenidos del segundo depósito 22. Por tanto, el punto focal del láser 30 se puede dirigir a cualquier punto en un espacio de trabajo en el plano X-Y, de modo que se puedan depositar las capas de material de una forma deseada.
- Por tanto, se proporciona el aparato de AM 2 para realizar un proceso de producción de la tubería intermedia 4.
- La figura 2 es un diagrama de flujo del proceso, que muestra ciertos pasos de una realización de un proceso de producción de la tubería utilizando el aparato de AM 2, a modo de ejemplo, descrito anteriormente.
- En el paso s2, se especifica y almacena en el ordenador 24 el modelo de diseño digital 36 de la tubería intermedia 4. En esta realización, el modelo digital 28 se puede visualizar, manipular y analizar utilizando el ordenador 24, p. ej., mediante la implementación de un paquete o herramienta de software adecuado.
- En el paso s4, se calibra el aparato de AM 2. Este proceso de calibración puede incluir, por ejemplo, utilizar el modelo de diseño digital 36 de la tubería intermedia 4, determinar una "trayectoria de la herramienta" que seguirá el aparato de AM 2 de modo que produzca la tubería intermedia 4.
- En el paso s6, utilizando el aparato de AM 2, se realiza un proceso de AM para formar la tubería intermedia 4. En esta realización, el aparato de AM 2 realiza un proceso de AM en lecho de polvo, el cual se describe con más detalle anteriormente haciendo referencia a la figura 3. No obstante, en otras realizaciones, se utiliza un tipo diferente de aparato y/o proceso de AM para producir la tubería intermedia 4.
- En esta realización, el proceso de AM se realiza en una atmósfera sustancialmente inerte (p. ej., una cámara que se rellena con un gas inerte, p. ej., argón).
- La figura 3 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista en perspectiva de la tubería intermedia 4. En esta realización, la tubería intermedia 4 es una tubería sustancialmente recta. En la figura 3, se indica un eje longitudinal de la tubería intermedia 4 mediante el número de referencia 38.
- La figura 4 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal de la tubería intermedia 4 en un plano que pasa a través del eje longitudinal 38.
- En esta realización, la tubería intermedia 4 se fabrica con aleación de titanio. No obstante, en otras realizaciones, la tubería intermedia 4 se fabrica con uno o más tipos diferentes de material (p. ej., un tipo diferente de metal o aleación, o una cerámica) en lugar de una aleación de titanio o además de esta.
- En esta realización, la tubería intermedia 4 comprende un tubo exterior 40, un tubo interior 42, una primera sección final anular 44 y una segunda sección final anular 46.
- El tubo exterior 40 es un cilindro hueco y alargado sustancialmente recto. Una longitud del tubo exterior 40 es de 280 mm. Un diámetro exterior del tubo exterior 40 es de aproximadamente 35.6 mm. Un diámetro interior del tubo

## ES 2 638 197 T3

exterior 40 es un diámetro de 35.0 mm.

El tubo interior 42 es un cilindro hueco y alargado sustancialmente recto. Una longitud del tubo interior 42 es sustancialmente la misma que la longitud del tubo exterior 40. Un diámetro exterior del tubo interior 42 es de aproximadamente 20 mm. Un diámetro interior del tubo interior 42 es de 18.8 mm.

- 5 En esta realización, los ejes longitudinales del tubo exterior 40 y del tubo interior 42 son el mismo que el eje longitudinal 38.

En esta realización, los extremos del tubo interior 42 están abiertos. Por tanto, el tubo interior 42 proporciona un conducto 48 a través del cual un fluido, por ejemplo, un gas o un líquido, puede fluir desde un extremo del tubo interior 42 hasta el otro extremo del tubo interior 42.

- 10 En esta realización, el diámetro interior del tubo exterior 40 es mayor que el diámetro externo del tubo interior 42. Además, las partes finales anulares 44, 46 acoplan el tubo exterior 40 al tubo interior 42, de modo que el tubo exterior 40 y el tubo interior 42 estén separados entre sí y tengan posiciones fijas uno en relación con otro. Por tanto, el tubo exterior 40, el tubo interior 42 y las partes finales 8 definen una cámara 50.

- 15 En esta realización, la primera sección final anular 44 conecta entre sí el tubo exterior 40 y el tubo interior 42 en un extremo de la tubería intermedia 4. La primera sección final anular 44 es tal, que el fluido puede no fluir desde la cámara 50 al exterior del tubo exterior 40 a través de la primera sección final anular 44. Dicho de otro modo, la primera sección final anular proporciona un sello hermético frente al aire a la cámara 50.

- 20 En esta realización, la segunda sección final anular 46 conecta entre sí el tubo exterior 40 y el tubo interior 42 en el extremo opuesto de la tubería intermedia 4 al extremo de la tubería intermedia 4 en el cual está ubicado la primera sección final anular 44. En esta realización, la segunda sección final anular 46 comprende un tubo capilar 52 que conecta la cámara 50 a la atmósfera fuera del tubo exterior 40, de modo que el fluido (p. ej., gases) pueda fluir, a través del tubo capilar 52, desde dentro de la cámara 50 hasta fuera del tubo exterior 40 y viceversa. En esta realización, el tubo capilar 52 es un tubo que tiene una sección transversal pequeña con relación al tamaño de la tubería intermedia 4.

- 25 En esta realización, el tubo capilar 52 tiene un diámetro de 2 mm.

En esta realización, el tubo interior 42 y el tubo exterior 40 están conectados entre sí únicamente por la primera y segunda sección final anular 44, 46. Por tanto, no hay estructuras de soporte dentro de la cámara 50 que conecten entre sí la sección intermedia del tubo interior 42 (es decir, la sección del tubo interior 42 entre los extremos del tubo interior 42) y la sección intermedia del tubo exterior 40 (es decir, la sección del tubo exterior 40 entre los extremos del tubo exterior 40).

- 30 En el paso s8, la tubería intermedia 4 se retira del aparato de AM 2.

- 35 En el paso s10, se evacúa la cámara 50, o se evacúa parcialmente, de aire y/u otros gases, y se crea de ese modo un vacío, o cuasi vacío, dentro de la cámara 50. En esta realización, los gases se evacúan de la cámara 50 a través del tubo capilar 30. En esta realización, los gases se evacúan de la cámara 50 mediante el sellado de la tubería intermedia 4 en una cámara de vacío y la retirada de los gases de la cámara de vacío utilizando una bomba de vacío.

En esta realización, el exceso de polvo metálico 12 dentro de la cámara 50 se retira de la cámara 50 a través del tubo capilar 52 antes de la evacuación del gas y el sellado.

- 40 En el paso s12, mientras se evacúa la cámara 50, o se evacúa parcialmente, de gases, se sella el tubo capilar 52 de modo que haga la cámara 50 hermética frente al aire, y producir de ese modo la tubería. El sellado del tubo capilar 52 se puede realizar utilizando cualquier proceso de sellado adecuado, tal como mediante la utilización de una combinación de engaste y soldadura fuerte. Se pueden utilizar otros procesos de sellado, tales como un proceso de soldadura (p. ej., soldadura por resistencia eléctrica).

- 45 En esta realización, el tubo capilar 52 se sella de modo que se evite que el fluido fluya a la cámara 50. Por tanto, se mantiene un vacío, o cuasi vacío, dentro de la cámara 50.

Esto completa el proceso de fabricación de la tubería.

Las figuras 5 y 6 son ilustraciones esquemáticas que muestran la tubería 54. En las figuras 5 y 6, se indican características comunes de la tubería intermedia 4 y la tubería final 54 con los mismos números de referencia.

- 50 La figura 5 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una vista en perspectiva de una realización de la tubería 54 que se produce mediante la realización del proceso de la figura 2.

## ES 2 638 197 T3

La figura 6 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal de la tubería 54 en un plano que pasa a través del eje longitudinal 38.

5 En esta realización, la tubería 54 se fabrica con aleación de titanio. No obstante, en otras realizaciones, la tubería 54 se fabrica con uno o más tipos diferentes de material (p. ej., un tipo diferente de metal, o cerámica) en lugar de una aleación de titanio o además de esta.

10 En esta realización, la cámara 50 de la tubería 54 es una cámara sellada, es decir, hermética frente al aire, que tiene como su pared de cámara el tubo exterior 40, el tubo interior 42 y las secciones finales 44, 46. En esta realización, la cámara 50 de la tubería 54 es una cámara evacuada, o evacuada parcialmente, es decir, una cámara que se ha evacuado, o evacuado parcialmente, de material tal como aire. Por tanto, en esta realización hay un vacío o cuasi vacío en la cámara 50 de la tubería 54 entre el tubo exterior 40 y el tubo interior 42.

15 En una utilización, a modo de ejemplo, de la tubería 54, un fluido fluye a través del conducto tubular 48 dispuesto en el tubo interior 42. En este ejemplo, la temperatura de este fluido es mayor que una temperatura ambiente, es decir, una temperatura del entorno en el que se utiliza la tubería 54. El vacío o cuasi vacío dentro de la cámara 50 de la tubería 54 tiende a reducir, de manera ventajosa, la transferencia de calor desde el tubo interior 42 hacia el tubo exterior 40. De manera ventajosa, la transferencia de calor desde el tubo interior 42 hacia el tubo exterior 40 mediante convección y conducción tiende a reducirse significativamente.

20 Por tanto, el fluido que fluye a través de la tubería 54 está aislado térmicamente. La pérdida de calor desde el fluido que fluye a través de la tubería 54 tiende a ser menor, de manera ventajosa, que si el fluido fluyera a través de una tubería convencional. La cámara 50 tiende a proporcionar una conductividad térmica más baja a la tubería 54 frente a las tuberías convencionales.

25 La tubería 54 comprende, de manera ventajosa, un aislamiento térmico integrado para un fluido que fluye a través de esa tubería 54. El fluido puede ser un líquido o un gas caliente. Muchas tuberías convencionales están aisladas térmicamente al envolver o revestir un material alrededor de la tubería. Dichos materiales de revestimiento tienden a ser caros, voluminosos, proclives a dañarse y requieren una elaboración/utillaje importante para su fabricación. En algunas situaciones (tal como la utilización a bordo de una aeronave), los materiales de revestimiento envueltos alrededor de una tubería son proclives a dañarse. Además, en algunas situaciones, los materiales de revestimiento presentan una fuente de calor que puede dar como resultado el encendido del combustible o aceite. Además, en algunas situaciones, los materiales de revestimiento se pueden contaminar con un fluido (tal como agua, aceite o combustible). Al utilizar la tubería 54 descrita anteriormente, suele ser posible evitar la utilización de dichos materiales de revestimiento.

De manera ventajosa, al utilizar la tubería 54 descrita anteriormente, se puede evitar la utilización de procesos de fabricación complejos para producir materiales de revestimiento.

Además, la tubería 54 descrita anteriormente tiende a ser más segura que la utilización de tuberías convencionales revestidas con materiales de revestimiento convencionales.

35 Una ventaja adicional proporcionada por el proceso descrito anteriormente es que las partes complejas, tal como los intercambiadores de calor, se pueden producir con facilidad.

40 Las tuberías descritas anteriormente tienden a reducir el riesgo de fuegos en las aeronaves, simplificar el diseño de las aeronaves, reducir un número de pasos de fabricación, mejorar la seguridad de las aeronaves, permitir que las tuberías que transportan fluidos calientes estén situadas más cerca de otros equipos o estructuras. Además, se puede reducir una firma infrarroja de la aeronave.

45 En las realizaciones anteriores, la tubería es una tubería sustancialmente recta. No obstante, en otras realizaciones, la tubería no es una tubería recta. Por ejemplo, la tubería puede incluir uno o más recodos o curvas. En algunas realizaciones, la forma de la tubería es una espiral. En algunas realizaciones, la tubería comprende una pluralidad de ramales, de modo que el flujo del fluido se pueda dividir entre una pluralidad de conductos diferentes. En algunas realizaciones, la tubería puede incluir una o más válvulas para controlar el flujo del fluido a través de la tubería. El proceso de AM, tal como aquellos descritos anteriormente, suele ser muy adecuado en particular para la fabricación de estructuras complejas, tal como realizaciones de la tubería que tienen formas relativamente complejas y/o incluyen una o más válvulas. Los procesos de AM de fusión en lecho de polvo (tal como el descrito con más detalle anteriormente haciendo referencia a las figuras 1 y 2) suele ser muy adecuado en particular para la fabricación de estructuras complejas, tal como realizaciones de la tubería que tienen formas relativamente complejas y/o incluyen una o más válvulas.

En algunas realizaciones, están unidas entre sí una o más tuberías para formar un sistema de tuberías.

En las realizaciones anteriores, la tubería comprende un único tubo interior. No obstante, en otras realizaciones, la tubería comprende una pluralidad de tubos interiores. Cada uno de los tubos interiores puede proporcionar un

- 5 conducto a través del cual puede fluir un fluido, tal como se describe anteriormente. Los tubos interiores se pueden separar uno de otro mediante la cámara evacuada. Cada uno de los tubos interiores se puede separar del tubo exterior mediante la cámara evacuada. Preferentemente, cada uno de los tubos interiores está conectado únicamente al tubo exterior en sus extremos. El proceso de AM, tal como aquellos descritos anteriormente, suele ser muy adecuado en particular para la fabricación de estructuras complejas, tal como las realizaciones de la tubería que incluyen una pluralidad de tubos interiores separados. Los procesos de AM de fusión en lecho de polvo suelen ser muy adecuados en particular para la fabricación de estructuras complejas, tal como las realizaciones de la tubería que incluyen una pluralidad de tubos interiores separados.
- 10 En las realizaciones anteriores, el tubo exterior está conectado al tubo interior a través de las secciones finales. No obstante, en otras realizaciones, la tubería incluye una estructura diferente para conectar el tubo exterior al tubo interior en lugar de las secciones finales o además de estas. Por ejemplo, en algunas realizaciones, unos pilares de soporte dentro de la cámara acoplan el tubo exterior al tubo interior. Además, por ejemplo, en algunas realizaciones, una retícula o estructura de soporte con forma de panal de abeja acopla el tubo exterior al tubo interior. Dichas estructuras de soporte tienden a aumentar, de manera ventajosa, la resistencia de la tubería. Dichas estructuras de soporte tienden a reducir la probabilidad de que se dañe la tubería. No obstante, en algunas realizaciones, la inclusión de dicha estructura de soporte puede aumentar la conductividad térmica de la pared de la tubería y el peso de la tubería.
- 15 En las realizaciones anteriores, la cámara se extiende a lo largo de sustancialmente toda la longitud de la tubería. No obstante, en otras realizaciones, la cámara no se extiende a lo largo de toda la longitud de la tubería.
- 20 En las realizaciones anteriores, se evacúan los gases de la cámara (p. ej., aire) de modo que se proporcione un vacío o cuasi vacío dentro de la cámara sellada. No obstante, en otras realizaciones, en lugar de ser evacuada, la cámara se llena con un material de aislamiento térmico tal como una espuma termoestable o un fluido (tal como un gas) con una conductividad térmica relativamente baja (p. ej., con relación al entorno en el que se utiliza la tubería y/o con relación al material a partir del cual se fabrica la tubería). En dichas realizaciones, el tubo exterior se puede fabricar con un plástico. En algunas realizaciones, la cámara se llena con un "material de cambio de fase". Tal como un material de cambio de fase que se mantiene dentro de la cámara que puede cambiar de estado (p. ej., de sólido a líquido) mediante la absorción de energía del fluido que fluye a través de la tubería interior, y evitar de ese modo que se escape calor desde la tubería. Dicho material de cambio de fase puede actuar como un regulador térmico o un dispositivo de seguridad temporal.
- 25 En las realizaciones anteriores, la tubería es para transportar fluidos, por ejemplo, líquidos o gases calientes. No obstante, en otras realizaciones, la tubería puede ser un conducto a través del cual se puede pasar, por ejemplo, un cable de instrumentación, un sensor de presión/una sonda de temperatura, un dispositivo óptico, etc. El aislamiento del dispositivo que pasa a través de la tubería se puede utilizar para controlar la eficacia de ese dispositivo.
- 30 En las realizaciones anteriores, el objeto producido es una tubería. No obstante, en otras realizaciones, el objeto es un tipo diferente de objeto (es decir, un objeto distinto a una tubería). Por ejemplo, el objeto puede ser un recipiente para contener fluidos.
- 35 En algunas realizaciones, una pared de la cámara, tal como la superficie externa del tubo interior y/o la superficie interna del tubo exterior tienen un baño plateado o son especulares para reflejar el calor que se transmite por radiación a través de la cámara desde el tubo interior. Dicha superficie con un baño plateado se puede depositar durante el proceso de AM. Como alternativa, después de que se haya producido la tubería intermedia, y antes de la evacuación de la cámara, se puede aplicar un recubrimiento reflectante a las paredes interiores de la cámara, o se pueden procesar las paredes internas de la cámara (p. ej., mecanizado químico o ataque ácido) de modo que se haga la superficie interna de la cámara más reflectante.
- 40

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de fabricación de un componente para aeronaves (54), donde el método comprende:
  - 5 realizar, mediante un aparato de fabricación aditiva (2), un proceso de fabricación aditiva para formar un objeto inicial (4), donde el objeto inicial (4) comprende:
    - un tubo interior (42) que comprende un primer extremo, un segundo extremo, opuesto al primer extremo y una primera sección intermedia, entre el primer extremo y el segundo extremo;
    - un tubo exterior (40) que comprende un tercer extremo, un cuarto extremo, opuesto al tercer extremo, y una segunda sección intermedia, entre el tercer extremo y el cuarto extremo; donde
    - 10 el tubo interior (42) está dentro del tubo exterior (40);
    - el tubo interior (42) y el tubo exterior (40) se acoplan entre sí de tal manera que únicamente se acoplan entre sí el primer extremo y el tercer extremo, y se acoplan entre sí el segundo extremo y el cuarto extremo, y tal que la primera sección intermedia y la segunda sección intermedia estén separadas y no conectadas directamente entre sí; y
    - 15 hay una cámara (50) entre la primera sección intermedia y la segunda sección intermedia, donde la cámara (50) tiene una abertura de la cámara (52);
    - crear, dentro de la cámara (50), a través de la abertura de la cámara (52), unas condiciones predeterminadas; y
    - posteriormente, sellar la abertura de la cámara (52) de modo que se mantengan, dentro de la cámara (50), las condiciones creadas y producir de ese modo el componente para aeronaves (54).
- 20 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el método comprende además llenar la cámara con un material de cambio de fase, estando configurado el material de cambio de fase para cambiar de estado al absorber energía de un fluido que fluye a través del tubo interior.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde una superficie externa del tubo interior y la superficie interna del tubo exterior tienen un baño plateado o son especulares.
- 25 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde
  - el objeto inicial (4) comprende además una primera sección anular (44) y una segunda sección anular (46);
  - la primera sección anular (44) conecta entre sí el primer extremo y el tercer extremo;
  - la segunda sección anular (46) conecta entre sí el segundo extremo y el cuarto extremo; y
  - el tubo interior (42) y el tubo exterior (40) se conectan entre sí únicamente mediante la primera sección anular (44) y
  - 30 la segunda sección anular (46).
5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el componente para aeronaves (54) es una tubería, y se permite fluir un fluido a través del tubo interior (42).
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, donde la tubería no es recta.
7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el objeto inicial (4) comprende
  - 35 además al menos un tubo interior adicional, donde cada tubo interior adicional se acopla al tubo exterior (40) de modo que al menos parte de ese tubo interior adicional esté dentro de al menos parte del tubo exterior (40), y de modo que la cámara (50) esté entre el tubo exterior (40) y la o las partes de ese tubo interior adicional que está dentro del tubo exterior (40).
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, donde:
  - 40 cada tubo interior adicional comprende unos extremos opuestos respectivos y una sección intermedia entre esos extremos; y
  - para cada tubo interior adicional, únicamente los extremos de ese tubo interior adicional se acoplan al tubo exterior (40), de modo que las secciones intermedias de los tubos interiores adicionales no estén conectadas directamente a la segunda sección intermedia.

9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde:  
el paso de creación comprende evacuar, al menos parcialmente, la cámara (50); y  
el paso de sellado se realiza de modo que la cámara (50) sea hermética frente al aire.
- 5 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, donde el paso de evacuar la cámara (50) se realiza de modo que se evacúe totalmente la cámara (50).
11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde:  
el paso de creación comprende llenar, al menos parcialmente, la cámara (50) con una cantidad de material;  
y  
el paso de sellado se realiza de modo que se evite el movimiento del material de la cámara (50).
- 10 12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, donde el material tiene una conductividad térmica baja.
13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde el proceso de fabricación aditiva es un proceso de fusión en lecho de polvo.
14. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, donde la abertura de la cámara (52) es un tubo capilar que tiene una sección transversal relativamente pequeña.
- 15 15. Un componente para aeronaves (54) fabricado utilizando un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

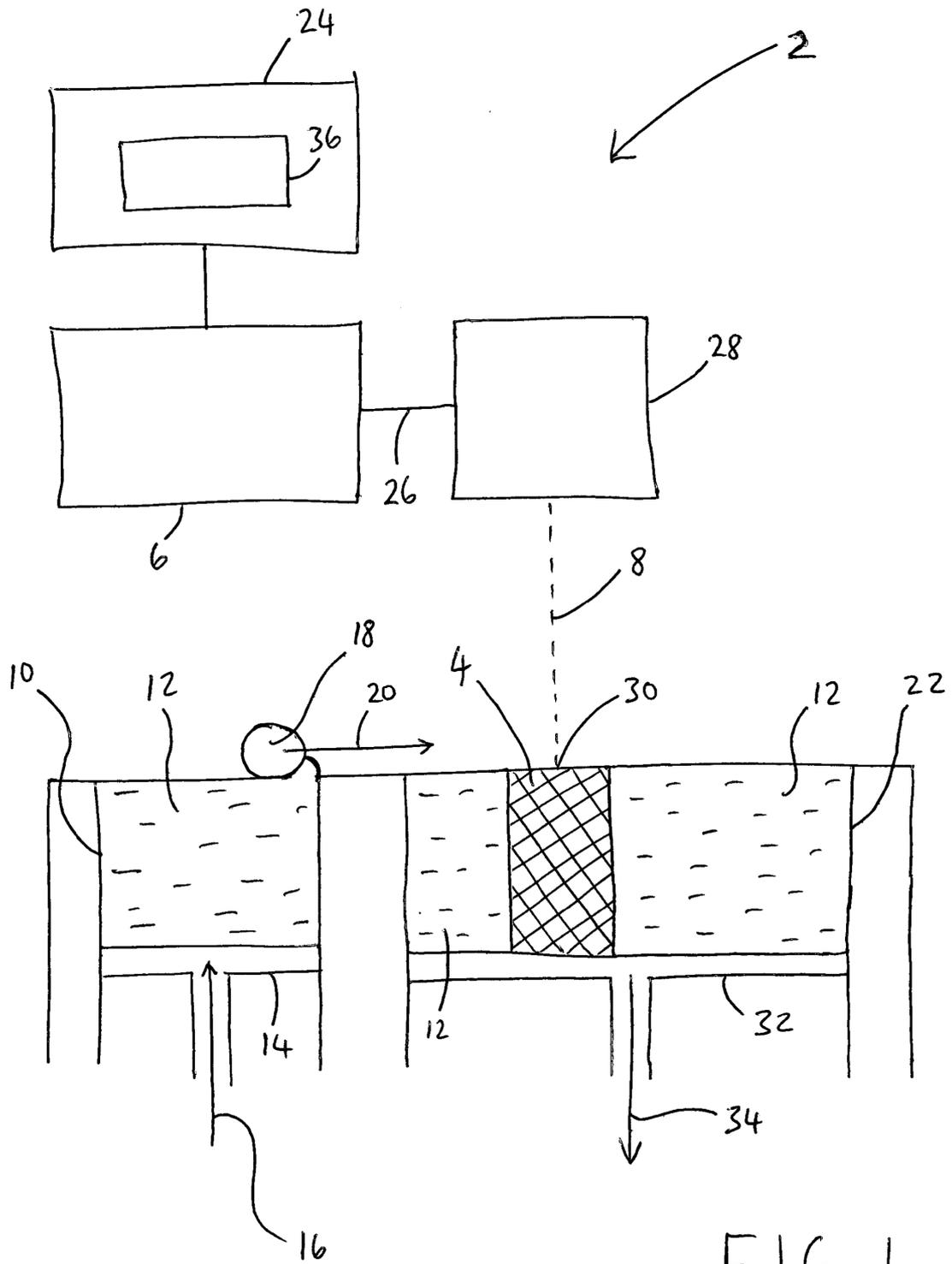


FIG. 1.

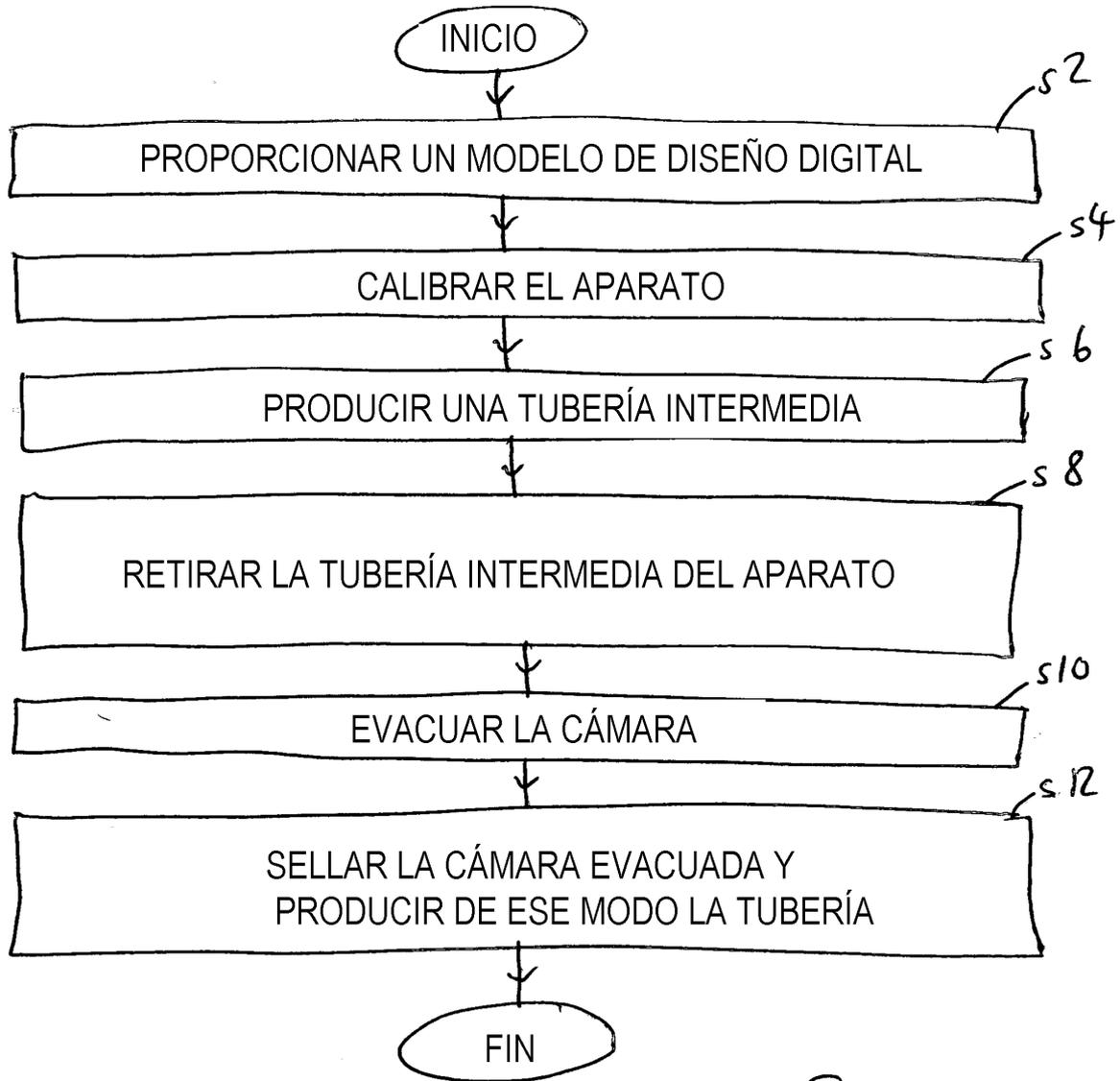


FIG. 2

