

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 355**

51 Int. Cl.:

B22F 3/105	(2006.01) B22F 10/38	(2011.01)
B22F 3/12	(2006.01) B22F 10/64	(2011.01)
B22F 3/15	(2006.01)	
B22F 5/10	(2006.01)	
B22F 7/08	(2006.01)	
B33Y 80/00	(2015.01)	
B33Y 10/00	(2015.01)	
B22F 5/00	(2006.01)	
B22F 5/08	(2006.01)	
B22F 10/20	(2011.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2018** **PCT/GB2018/051872**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.01.2019** **WO19008348**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2018** **E 18742543 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2023** **EP 3648914**

54 Título: **Cápsula para prensado isostático en caliente**

30 Prioridad:

05.07.2017 GB 201710787

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.04.2024

73 Titular/es:

BODYCOTE H.I.P. LIMITED (100.0%)
Springwood Court, Springwood Close,
Tytherington Business Park
Macclesfield, Cheshire SK10 2XF, GB

72 Inventor/es:

JOHN, DAVID y
DAVIES, SUSAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 965 355 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

Cápsula para prensado isostático en caliente

5 La invención se refiere a componentes y en particular, aunque no exclusivamente, se refiere a un método para fabricar componentes metálicos, componentes fabricados con el método per se y una cápsula para usar en la fabricación de los componentes. Las realizaciones implican el uso de prensado isostático en caliente (HIP).

10 Debido a las demandas cada vez mayores de producir componentes de formas complejas con propiedades mejoradas en superficies seleccionadas (p. ej., para aumentar la resistencia a la corrosión, el desgaste o la abrasión), en bombas, tuberías, válvulas, colectores y componentes en general, en, entre otros sectores, petróleo y gas, químico, petroquímico, nuclear y aplicaciones industriales generales, la necesidad de producir componentes multi metálicos que sean adecuados para cumplir con los exigentes requisitos es cada vez mayor. Los métodos de fabricación convencionales para la fabricación de componentes complejos que incluyen un elemento de material bimetálico se limitan normalmente a recubrimiento por soldadura, soldadura fuerte o recubrimiento mecánico de componentes mecanizados, fundidos o forjados individualmente. El problema asociado con estas técnicas es que la colocación e interconexión entre los dos materiales tiene que ser fácilmente accesible y de diseño simple. Incluso con una interconexión de diseño simple existe un alto riesgo de fallo de la soldadura, la soldadura fuerte o la unión mecánica, lo que aumenta la necesidad de técnicas de inspección costosas y puede conducir a un nuevo mecanizado y rediseño del componente, lo que aumenta significativamente los costes de fabricación.

25 La producción de componentes con formas relativamente complejas utilizando pulvimetalurgia (PM) mediante HIP, es un método de fabricación establecido, en el que una cápsula de lámina de acero dulce encapsula y define la forma del polvo metálico, que a continuación se somete a consolidación por HIP, para producir un componente único de forma casi neta con propiedades microestructurales y mecánicas homogéneas. Sin embargo, la consistencia en la configuración de cápsulas de lámina metálica para componentes de tamaño pequeño a mediano (inferior a 50 kg de peso), es difícil y la tecnología PM HIP se presta mejor para componentes más grandes. Además, es difícil controlar con precisión la colocación y el control de las interconexiones entre dos aleaciones en polvo diferentes dentro de una cápsula.

30 El uso de técnicas de fabricación aditiva (AM)/impresión 3D, está creciendo rápidamente y la fabricación de diseños de componentes extremadamente complejos está bien establecida. Sin embargo, la fabricación de construcciones AM bimetálicas puede ser un desafío y la mayoría de las construcciones tienden a ser de un solo material, con un tamaño de construcción limitado a una dimensión máxima de aproximadamente 500 mm. El tiempo de construcción depende del tamaño, el grosor de la pared y la calidad de la construcción y la construcción puede demorarse de tres a cinco días para secciones de paredes grandes o gruesas.

40 A medida que aumenta el tiempo de construcción de los sistemas láser, el vacío en la cámara de construcción disminuye, lo que da como resultado que la óptica del láser se contamine, lo cual disminuye su capacidad de enfoque y la precisión del láser. La disminución en el nivel de vacío también afecta la calidad de la construcción de polvo, lo que resulta en un cambio en las propiedades del material en toda la construcción. Los avances en la tecnología AM están creciendo rápidamente, pero la capacidad de fabricar partes de gran diámetro de más de 1 m de longitud se limita a sistemas alimentados por hilos y el acabado de la superficie no se puede utilizar en las condiciones de construcción para la mayoría de las aplicaciones de ingeniería.

45 Es deseable limitar el mecanizado posterior a la fabricación de componentes tras su producción, por ejemplo, en PM HIP o en procesos de fabricación aditiva/impresión 3D mediante la producción de superficies selectivas en el proceso de producción. Las superficies selectivas son áreas (o superficies) de un componente que se fabrican con una tolerancia relativamente estrecha (p. ej., a +/- 0,3 %, con un límite inferior de 0,3 mm), y/o están controladas dimensionalmente de manera que no requieren mecanización tras la fabricación. Es posible que los componentes necesiten incluir dichas superficies selectivas debido a la ubicación y/o función de la superficie selectiva en un componente acabado.

55 El documento US 2017/021423 divulga un componente AM que se somete a prensado isostático en caliente.

Un objeto de la presente invención es abordar las limitaciones de los procesos antes mencionados.

60 Un objeto de la presente invención es producir componentes, por ejemplo, componentes relativamente grandes, con superficies selectivas.

Un objeto de la presente invención es producir componentes relativamente grandes con superficies selectivas de una manera relativamente rápida y/o eficiente.

65 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona una cápsula para prensado isostático en caliente (proceso HIP) de acuerdo con la reivindicación 1.

Dicho elemento AM incluye preferentemente una superficie selectiva. Dicha superficie selectiva puede definir una forma relativamente compleja y/o puede realizarse con una banda de tolerancia relativamente estrecha, sujeta al tamaño de la superficie selectiva. Dicha superficie selectiva puede disponerse para cooperar y/o hacer contacto, tras el proceso HIP, en uso, con una superficie de una pieza cooperable (que también puede tener una forma compleja y/o estar hecha con una banda de tolerancia relativamente estrecha). Por ejemplo, dicha superficie selectiva de dicho elemento AM puede definir un asiento de válvula que está dispuesto para cooperar con un miembro de válvula; o puede definir una serie de dientes dispuestos para cooperar y/o engranarse con otro componente u otra serie de dientes.

Dicha cápsula está dispuesta para producir un componente prensado isostáticamente en caliente (sometido a HIP), tras el proceso HIP, en donde dicho elemento AM define al menos parte de, por ejemplo, la totalidad de una superficie selectiva en el componente sometido a HIP. El elemento AM puede incluir una superficie selectiva cuando está en dicha cápsula, en donde dicha superficie selectiva está dispuesta, después del proceso HIP, para definir sustancialmente la misma superficie selectiva con forma, excepto que puede haber una contracción del componente AM como resultado del proceso HIP. Se cree que un experto en la técnica puede determinar qué superficies están destinadas a ser y/o son superficies selectivas en un componente sometido a HIP y/o en un montaje que incorpora un componente sometido a HIP. Por ejemplo, se puede considerar que una superficie selectiva tiene propiedades definidas diseñadas para cumplir con especificaciones y criterios de rendimiento. Una superficie selectiva puede tener una tolerancia dimensional o propiedades del material más estrictas, tal como resistencia a la corrosión, resistencia al calor o resistencia al desgaste.

El elemento AM puede definir una forma y/o configuración relativamente compleja. Preferentemente incluye una abertura, por ejemplo un paso a través, que se extiende adecuadamente desde una primera posición en el elemento AM hasta una segunda posición en el elemento. Se define adecuadamente un hueco entre las posiciones primera y segunda, adecuadamente dentro del elemento AM. El elemento AM puede definir una pluralidad de pasos. Puede incluir pasos que se extienden transversalmente entre sí al menos en parte. Puede incluir una pluralidad de huecos. Por ejemplo, además de proporcionar un hueco entre dichas posiciones primera y segunda, puede incluir un hueco entre las posiciones tercera y cuarta, en donde adecuadamente dichas posiciones tercera y cuarta están espaciadas de dichas posiciones primera y segunda.

Dicho elemento AM puede incluir un paso que tiene una sección transversal que no es simétrica con respecto a dos ejes mutuamente ortogonales. Dicha sección transversal puede tener una forma irregular. Dicho paso puede ser alargado. La dimensión máxima de la sección transversal del paso podrá ser inferior al 80 % o inferior al 20 % de la longitud del paso.

Dicho elemento AM puede incluir una serie (p. ej., que incluye al menos 10 o al menos 20 miembros), de partes sustancialmente idénticas, por ejemplo dientes. Dicho elemento AM puede incluir una serie de partes sustancialmente idénticas dispuestas alrededor de un eje, definiendo por ejemplo una superficie exterior del elemento AM que es curva, por ejemplo sustancialmente circular.

Dicho elemento AM puede incluir un primer volumen que tiene una densidad del 98 % (de su densidad totalmente densa) o mayor. La densidad del primer volumen es inferior al 99,5 % (de su densidad totalmente densa), o inferior al 99,0 % (de su densidad totalmente densa). De manera adecuada, ninguna parte de dicho elemento tiene una densidad superior al 99,5 % (de su densidad totalmente densa), por ejemplo superior al 99,9 % (de su densidad totalmente densa). Dicho primer volumen incorpora preferentemente una superficie selectiva como se describe. Dicho elemento AM puede incluir un segundo volumen que tiene una densidad del 98 % (de su densidad totalmente densa) o mayor. La densidad del segundo volumen puede ser inferior al 100 % (de su densidad totalmente densa), inferior al 99,5 % (de su densidad totalmente densa), o inferior al 99,0 % (de su densidad totalmente densa). Dicho segundo volumen incorpora preferentemente una superficie selectiva como se describe.

En una primera realización, dicho elemento AM está preferentemente totalmente consolidado. Es decir, preferentemente dicho elemento AM es sustancialmente homogéneo y/o comprende una única masa de material. La densidad de la masa de material incorporada en el elemento AM es preferentemente sustancialmente constante en toda su extensión. Dicho elemento AM preferentemente no incluye ningún material en polvo, por ejemplo, polvo que fluye libremente, por ejemplo dentro de un hueco definido en el elemento AM. En la primera realización, dicho elemento AM puede tener una densidad del 98 % (de su densidad totalmente densa) o mayor. La densidad del elemento AM es inferior al 99,5 % (de su densidad totalmente densa), o inferior al 99,0 % (de su densidad totalmente densa).

En una segunda realización, dicho elemento AM puede no estar totalmente consolidado. En este caso, puede no ser sustancialmente homogéneo y/o puede no comprender una única masa de material y/o la densidad de la masa de material que se incorpora en el elemento AM puede no ser sustancialmente constante en toda su extensión. En la segunda realización, dicho elemento AM puede incluir polvo no consolidado. En la segunda realización, dicho elemento AM puede incluir un primer volumen que comprende polvo consolidado y/o tiene una densidad del 98 % (de su densidad totalmente densa) o mayor. En este caso, el primer volumen tiene una densidad inferior al 99,5 % (de su densidad totalmente densa), o inferior al 99,0 % (de su densidad totalmente densa). En la segunda realización, dicho elemento AM puede incluir un segundo volumen que tiene una densidad inferior a la del primer volumen, por ejemplo

debido a que tiene polvo no consolidado. La densidad del segundo volumen puede ser inferior al 80 % (de su densidad totalmente densa), por ejemplo, inferior al 70 % (de su densidad totalmente densa). La densidad del segundo volumen puede de al menos el 50 % (de su densidad totalmente densa), por ejemplo, en el intervalo del 50-65 % (de su densidad totalmente densa).

5 En la segunda realización, el polvo no consolidado puede comprender polvo que fluya, por ejemplo dentro de un volumen (A) definido en el elemento AM. El volumen (A) puede estar totalmente encapsulado, por ejemplo por una pared sólida del elemento AM, para impedir cualquier fuga de polvo a partir del mismo.

10 Dicho volumen (A) puede comprender elementos de soporte, por ejemplo postes de soporte, que pueden extenderse entre las paredes superior e inferior que definen el volumen (A) y, preferentemente, están dispuestos para soportar partes del componente AM, por ejemplo dicha pared superior, durante fabricación del elemento AM. Dicho volumen (A) puede incluir una serie de elementos de soporte, por ejemplo postes de soporte. Dicho volumen (A) puede incluir al menos 5, al menos 20 o al menos 40 elementos de soporte, por ejemplo postes de soporte. Dicho volumen (A) puede incluir menos de 1000 o menos de 500 elementos de soporte, por ejemplo postes de soporte. Los postes de soporte pueden tener un grosor de al menos 0,1 mm, por ejemplo en el intervalo de 0,1 a 1 mm.

15 En el volumen (A), la relación de la suma de las áreas de la sección transversal de los elementos de soporte, por ejemplo postes de soporte (inmediatamente debajo de una pared soportada del componente AM, por ejemplo una pared superior, que los elementos de soporte soportan durante la fabricación del elemento AM), dividida por el área definida entre los elementos de soporte (inmediatamente debajo de la pared soportada), en la que se dispone el polvo no consolidado, puede estar en el intervalo de 0,25 a 0,55, preferentemente en el intervalo de 0,3 a 0,45, más preferentemente en el intervalo de 0,33 a 0,42.

25 En el volumen (A), la relación de la suma de los volúmenes ocupados por todos los elementos de soporte, por ejemplo postes de soporte, dividida por el volumen que rodea los elementos de soporte, y/u ocupados o que pueden ocuparse por polvo no consolidado, puede estar en el intervalo de 0,25 a 0,55, preferentemente en el intervalo de 0,3 a 0,45, más preferentemente en el intervalo de 0,33 a 0,42.

30 En dicha segunda realización, dicho volumen (A) y/o cualquier pared que defina el volumen (A) preferentemente no incorpora una superficie selectiva.

Dicho segundo volumen al que se hace referencia podrá ser equivalente a dicho volumen (A).

35 En dicha segunda realización, dicho elemento AM de dicha cápsula para realizar el proceso HIP puede comprender el producto directo de un proceso AM para fabricar el elemento AM (denominado "elemento AM directo"), como se describe a continuación en el presente documento o puede comprender un elemento AM (denominado "elemento AM complementado"), en donde se ha incorporado polvo adicional en un elemento AM que es el producto directo de un proceso AM (es decir, es un elemento AM directo). El polvo adicional puede tener la misma identidad química que el polvo del elemento AM complementado. El polvo adicional puede tener una distribución de tamaño de partículas diferente en comparación con la del elemento AM complementado. Se añade adecuadamente polvo adicional para aumentar la densidad del polvo en el elemento AM complementado.

40 En las realizaciones preferidas, incluidas dichas realizaciones primera y segunda, dicho elemento AM está hecho de y/o consiste en un único tipo de material. Dicho elemento AM comprende preferentemente metal que puede ser una aleación. Dicho elemento AM es preferentemente resistente al ataque por ácidos.

45 Dicho elemento AM puede comprender, preferentemente consistir esencialmente en, un material seleccionado entre acero de baja aleación, acero inoxidable austenítico, aleaciones a base de níquel, Co-Cr, aleaciones de titanio y aceros inoxidables dúplex y súper dúplex.

50 Dicho elemento AM está preferentemente diseñado y construido para ser lo suficientemente fuerte como para que pueda definir parte de dicha cápsula. Preferentemente es capaz de mantener un sellado hermético al gas (p. ej., al helio), y conservar esta membrana hermética al gas durante HIP a altas temperaturas y presiones. Dicho elemento AM está hecho preferentemente de un material soldable y/o es lo suficientemente fuerte como para poder soldarse a otras regiones de dicha cápsula que no están definidas por dicho elemento AM.

55 En las realizaciones preferidas, la forma exterior y/o las superficies exteriores completas del elemento AM son un producto directo de una técnica de fabricación de AM, requiriendo dicho elemento AM una eliminación de metal mínima o sustancialmente nula, p. ej., mediante mecanizado, antes de su incorporación a dicha cápsula.

60 Dicho elemento AM es preferentemente rígido y autoportante.

65 Dicho elemento AM puede representar al menos el 5 % en peso, preferentemente al menos el 10 % en peso, del peso de dicha cápsula.

Dicho elemento AM puede tener una dimensión máxima de al menos 50 mm, por ejemplo al menos 250 mm.

Dicha cápsula puede tener una dimensión máxima de al menos 250 mm, por ejemplo al menos 500 mm.

- 5 Preferentemente, dicho elemento AM está dispuesto para definir al menos parte de un hueco para contener el polvo (XX). Dicho elemento AM puede definir una pared de un hueco para contener el polvo (XX). Dicha pared de dicho hueco puede ser plana, al menos en parte. Preferentemente al menos el 50 %, más preferentemente al menos el 80 % o incluso el 90 % del área de la pared del elemento AM que define una pared de dicho hueco es plana.
- 10 El elemento de cápsula (A) está fijado al elemento AM (preferentemente directamente a él). Dicho elemento de cápsula (A) puede cubrir al menos parte de dicho elemento AM. Puede estar dispuesto para cubrir una abertura, por ejemplo, un canal o sección de tubería, de dicho elemento AM. Dicho elemento de cápsula (A) y elemento AM están preferentemente fijados, por ejemplo soldados, de modo que se define un sellado hermético al gas (p. ej., al helio) entre los dos elementos.
- 15 Dicho elemento de cápsula (A) puede estar hecho del mismo material o de un material diferente al de dicho elemento AM. Preferentemente, dicho elemento de cápsula (A) está hecho del mismo material que dicho elemento AM.
- 20 Dicho elemento de cápsula (A) comprende preferentemente, más preferentemente consiste esencialmente en, un metal. Dicho elemento de cápsula (A) puede ser soluble en una formulación líquida que puede ponerse en contacto posteriormente con la combinación de elemento AM y elemento de cápsula (A), de modo que el elemento de cápsula (A) pueda eliminarse mediante disolución. El elemento de cápsula (A) puede disponerse para ser sacrificado en un proceso aguas abajo (p. ej., como se describe en el segundo aspecto), o puede no eliminarse y dejarse en su lugar.
- 25 Preferentemente, sin embargo, el elemento de cápsula (A) está dispuesto para ser sacrificado en un proceso aguas abajo (p. ej., como se describe en el segundo aspecto), es decir, se elimina en un proceso aguas abajo (p. ej., como se describe en el segundo aspecto), y no quedar en un componente final. Dicho elemento de cápsula (A) comprende preferentemente, más preferentemente consiste esencialmente en, un metal, por ejemplo seleccionado entre acero dulce, acero inoxidable, titanio y aluminio.
- 30 Dicho elemento de cápsula (A) comprende preferentemente un material en lámina que está fijado al elemento AM. El material en lámina preferentemente tiene una forma para definir una región con forma casi neta de un componente final hecho usando dicha cápsula. Dicho elemento de cápsula (A), por ejemplo dicho material en lámina, tiene preferentemente un grosor en el intervalo de 2 a 5 mm, y puede tener secciones más gruesas para controlar la forma y la densificación direccional.
- 35 Dicha cápsula incluye un elemento de cápsula (B) que está fijado al elemento AM (preferentemente directamente a él). El elemento de cápsula (B) puede estar dispuesto para cubrir una abertura, por ejemplo, un canal o sección de tubería, de dicho elemento AM. Dicho elemento de cápsula (B) y elemento AM están preferentemente fijados, por ejemplo soldados, de modo que se define un sellado hermético al gas (p. ej., al helio) entre los dos elementos.
- 40 El elemento de cápsula (A) y el elemento de cápsula (B) están preferentemente separados. Preferentemente no son contiguos.
- 45 Dicho elemento de cápsula (B) puede estar hecho del mismo material o de un material diferente al de dicho elemento AM.
- 50 Dicho elemento de cápsula (B) comprende preferentemente, más preferentemente consiste esencialmente en, un metal. Dicho elemento de cápsula (B) puede ser soluble en una formulación líquida que puede ponerse en contacto posteriormente con la combinación de elemento AM y elemento de cápsula (B), de modo que el elemento de cápsula (B) pueda eliminarse mediante disolución. Preferentemente, sin embargo, el elemento de cápsula (B) está dispuesto para ser sacrificado en un proceso aguas abajo (p. ej., como se describe en el segundo aspecto), es decir, se elimina en un proceso aguas abajo (p. ej., como se describe en el segundo aspecto), y no quedar en un componente final. Dicho elemento de cápsula (B) comprende preferentemente, más preferentemente consiste esencialmente en, un metal, por ejemplo seleccionado entre acero dulce, acero inoxidable, titanio y aluminio.
- 55 Dicho elemento de cápsula (B) comprende preferentemente un material en lámina que está fijado al elemento AM. El material en lámina preferentemente tiene una forma para definir una región con forma casi neta del componente final. Dicho elemento de cápsula (B), por ejemplo dicho material en lámina, tiene preferentemente un grosor en el intervalo de 2 a 5 mm y puede tener secciones más gruesas para controlar la forma y la densificación direccional.
- 60 Dicho elemento AM puede incluir una superficie que es una superficie exterior de dicha cápsula, es decir, una superficie de la cápsula que está expuesta al exterior. Dicha superficie puede definir una superficie selectiva, al menos en parte. Preferentemente, dicho elemento AM no está totalmente encapsulado por otras regiones de dicha cápsula.

Dicho hueco para contener el polvo (XX) está adecuadamente definido, al menos en parte, por el elemento de cápsula (A), el elemento de cápsula (B), dicho elemento AM y, opcionalmente, otros elementos de cápsula, que pueden tener cualquiera de las características de los elementos de cápsula (A) y/o (B).

5 Dicho hueco puede incluir una abertura para proporcionar acceso desde el exterior de la cápsula al interior de la cápsula, por ejemplo a dicho hueco de la cápsula. Se puede asociar una tubería con dicha abertura para suministrar sólidos y/o fluidos al hueco y/o eliminar fluidos del hueco, por ejemplo, evacuar el hueco de aire.

10 Dicho hueco puede, por ejemplo, antes de llenarlo con polvo (XX), estar sustancialmente vacío. Sin embargo, el hueco puede contener polvo (XX).

15 El polvo (XX) comprende preferentemente, más preferentemente consiste esencialmente en, un metal. El metal puede seleccionarse de aceros inoxidables que incluyen grados austeníticos, ferríticos y martensíticos, aceros inoxidables dúplex y súper dúplex, aleaciones de Ni, Ti y CoCr junto con aleaciones de matriz metálica/compuestos. El polvo metálico tiene preferentemente <500 micrómetros de diámetro. El polvo metálico se puede llenar hasta el 100 % del volumen del hueco de la cápsula.

20 El polvo (XX) puede ser la misma o puede tener una identidad diferente, por ejemplo, es químicamente diferente, en comparación con el material que constituye el elemento AM. Preferentemente tiene una identidad diferente. El polvo (XX) puede comprender (p. ej., como cantidad principal), un primer metal y dicho elemento AM puede comprender un segundo metal, en donde adecuadamente dichos primer y segundo metales son diferentes.

25 El polvo (XX) puede constituir al menos el 10 % en peso, preferentemente al menos el 20 % en peso, por ejemplo del 20 al 80 % en peso del peso total de dicha cápsula.

La forma de la superficie exterior de la cápsula puede no corresponder y/o puede ser diferente en comparación con la forma del elemento AM.

30 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para producir un componente de acuerdo con la reivindicación 14.

35 Tras el proceso HIP, una superficie selectiva de dicho elemento AM en dicha cápsula antes del proceso HIP puede ser sustancialmente idéntica a su forma tras el proceso HIP, excepto que puede haber sido densificada y haber sufrido contracción, por ejemplo contracción en todos sus ejes. Tras la selección de dicha cápsula, la forma del elemento AM preferentemente no cambia sustancialmente al definir dicho componente final, excepto por cualquier cambio provocado al estar sometido a HIP.

40 Antes de la etapa (ii), se puede probar dicha cápsula, adecuadamente para confirmar que es hermética a los gases. Esto puede comprender introducir (por ejemplo a través de dicha abertura que está dispuesta para proporcionar acceso desde el exterior de la cápsula al interior de la cápsula), un gas, por ejemplo helio, en el hueco definido en la cápsula y evaluar si alguno de los gases se escapa de la cápsula.

45 Si la cápsula seleccionada no incluye polvo (XX), el método puede comprender introducir polvo (XX) en el hueco de la cápsula.

La cápsula, que contiene adecuadamente polvo (XX) en dicho hueco, se puede hacer vibrar, preferentemente para lograr un peso de llenado conocido de polvo (XX) y una densidad de envasado óptima.

50 La forma de la superficie exterior de la cápsula puede no corresponder y/o puede ser diferente en comparación con la forma del elemento AM. Por lo tanto, la forma de la superficie exterior puede no configurarse simplemente para revestir el elemento AM con un grosor sustancialmente constante de una capa derivada de dicho polvo (XX).

55 Antes de la etapa (ii), el método comprende preferentemente evacuar la cápsula, por ejemplo el hueco definido en la cápsula. Se puede extraer el vacío de la cápsula, por ejemplo, acoplado un dispositivo de vacío a dicha abertura que está dispuesta para proporcionar acceso al interior de la cápsula. Tras la evacuación de la cápsula, el método comprende preferentemente sellar la cápsula, por ejemplo cerrando dicha abertura que está dispuesta para proporcionar acceso al interior de la cápsula.

60 La etapa (ii) comprende preferentemente colocar la cápsula en un sistema HIP y someterla a una presión (p. ej., entre 100 y 200 MPa), y una temperatura (p. ej., entre 500 y 1250 °C), predeterminadas, durante un tiempo predeterminado, por ejemplo basándose en el grosor de la pared de material y el peso total del componente.

La etapa (ii) se lleva a cabo preferentemente para lograr una densidad del 100 % del elemento AM y el polvo (XX).

65 De este modo, el componente es preferentemente totalmente denso y preferentemente define un componente final como se describe en el presente documento.

En la etapa (ii), el polvo (XX) que se introduce se aglutina adecuadamente por difusión al elemento AM, por ejemplo al metal del mismo. El polvo metálico aglutinado (XX) será de un tamaño de grano fino y homogéneo con una segregación mínima y el elemento AM consistirá en una estructura más fina y menos segregada que la obtenida mediante procesos convencionales. Adecuadamente, no habrá ninguna zona afectada por el calor entre el polvo metálico aglutinado (XX) y el elemento AM, ya que el elemento AM se une mediante un proceso de aglutinación por difusión.

Posteriormente a la etapa (ii), el método comprende preferentemente colocar la cápsula en un horno de tratamiento térmico convencional para un tratamiento térmico por solución seguido de envejecimiento o endurecimiento por precipitación para lograr propiedades óptimas del material para el componente.

Posteriormente a la etapa (ii), parte de la cápsula se puede eliminar de la asociación con el elemento AM, adecuadamente para dejar un componente postratado que comprende dicho elemento AM y un polvo consolidado y sometido a HIP (XX). Como alternativa, la cápsula puede permanecer en su lugar para formar parte de un componente final, como se describe en el presente documento.

La eliminación de parte de la cápsula como se ha mencionado anteriormente puede realizarse mediante mecanizado. Ventajosamente, la eliminación puede realizarse mediante disolución, por ejemplo mediante el uso de ataque por ácidos. Se puede eliminar el elemento de cápsula (A). Se puede eliminar el elemento de cápsula (B). Todos los materiales en lámina incorporados en la cápsula pueden eliminarse.

Dicho componente comprende preferentemente dicho elemento AM y polvo sometido a HIP y preferentemente no incluye ninguna región definida por material en lámina, por ejemplo lámina de acero.

Adecuadamente, tras la eliminación de la(s) parte(s) de la cápsula, el componente se somete a un mecanizado mínimo. Esto es posible porque la cápsula está dispuesta para producir una forma casi neta. Adecuadamente, menos del 50 %, preferentemente menos del 25 %, más preferentemente menos del 10 % del área de la superficie exterior del componente se trata, por ejemplo, se mecaniza tras eliminar partes de la cápsula que no están incluidas en el componente final. Preferentemente, tras eliminar la(s) parte(s) de la cápsula (p. ej., materiales en lámina), que no están incluidos en el componente final, el componente no se somete a ningún proceso dispuesto para cambiar su forma. Preferentemente, tras eliminar la(s) parte(s) de la cápsula que no están incluidas en el componente final, el componente no se somete a ningún proceso que pueda eliminar preferentemente cualquier parte del componente con preferencia a cualquier otra parte del componente.

Tras eliminar parte(s) de la cápsula, el componente puede someterse a un proceso que trate sustancialmente la totalidad de al menos la superficie exterior accesible del componente de la misma manera. Por ejemplo, el proceso puede comprender un proceso de pulido y/o limpieza.

El componente hecho en el método puede definir un componente final que define, o se usa en, un aparato, máquina o dispositivo que puede usarse en un proceso industrial.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un método para producir una cápsula del primer aspecto de acuerdo con la reivindicación 15.

(i) seleccionar un elemento de fabricación aditiva (AM);

(ii) construir una cápsula, en donde una primera región de dicha cápsula está definida, al menos en parte, por dicho elemento AM.

Dicha primera región de dicha cápsula puede ser curva o plana. Dicha primera región de dicha cápsula define preferentemente una pared interna de dicha cápsula.

Preferentemente, una segunda región de dicha cápsula está definida, al menos en parte, por dicho elemento AM. Dicha segunda región de dicha cápsula puede ser curva o plana. Dicha segunda región de dicha cápsula puede definir preferentemente una pared interna de dicha cápsula.

Una o más regiones diferentes de dicha cápsula pueden estar definidas por dicho elemento AM.

Dicho elemento AM puede definir una o más regiones de dicha cápsula, por ejemplo dichas primera y segunda regiones mencionadas y, opcionalmente, otras regiones.

El método puede incluir, antes de la etapa (i), fabricar el elemento AM, por ejemplo usando técnicas de construcción con láser o soldadura por haz de electrones (EBW), lecho de polvo y alimentación por hilos.

En la etapa (ii), dicho método comprende adecuadamente construir regiones de la cápsula alrededor de dicho elemento AM, adecuadamente de manera que dicha primera región de dicha cápsula esté definida por dicho elemento AM y opcionalmente, pero preferentemente, dicha segunda región de dicha cápsula (cuando se proporciona), esté definida por dicho elemento AM. Preferentemente, dicho elemento AM define una pared interna de dicha cápsula.

La etapa (ii) del método comprende seleccionar un elemento de cápsula (A) y fijarlo al elemento AM (preferentemente directamente a él). Dicho elemento de cápsula (A) puede estar dispuesto para cubrir al menos parte de dicho elemento AM. Puede estar dispuesto para cubrir un extremo del elemento AM. Puede estar dispuesto para cubrir una abertura, por ejemplo, un canal o sección de tubería, de dicho elemento AM. Puede estar dispuesto para cubrir al menos parte de la primera región del elemento AM (cuando se proporcione). Dicho elemento de cápsula (A) y elemento AM se pueden fijar entre sí mediante soldadura, por ejemplo mediante soldadura con gas inerte de tungsteno (TIG), soldadura con gas inerte de metal (MIG) o soldadura por haz de electrones. Dicho elemento de cápsula (A) y elemento AM están preferentemente fijados, por ejemplo soldados, de modo que se define un sellado hermético al gas (p. ej., al helio) entre los dos elementos.

Dicho elemento de cápsula (A) es como se describe en el primer aspecto.

La etapa (ii) del método incluye (adecuadamente además de seleccionar el elemento de cápsula (A)), seleccionar un elemento de cápsula (B) y fijarlo al elemento AM (preferentemente directamente a él). El elemento de cápsula (B) puede estar dispuesto para cubrir un extremo del elemento AM. Puede estar dispuesto para cubrir una abertura, por ejemplo, un canal o sección de tubería de dicho elemento AM. Puede estar dispuesto para cubrir al menos parte de la segunda región del elemento AM (cuando se proporcione). Dicho elemento de cápsula (B) y elemento AM pueden fijarse entre sí mediante soldadura. Dicho elemento de cápsula (B) y elemento AM están preferentemente fijados, por ejemplo soldados, de modo que se define un sellado hermético al gas (p. ej., al helio) entre los dos elementos.

Dicho elemento de cápsula (B) es como se describe en el primer aspecto.

En la etapa (ii) del método, se construye adecuadamente una cápsula que comprende dicho elemento AM, definiéndose adecuadamente un hueco alrededor de al menos parte del elemento AM. Cuando dicha cápsula comprende un elemento de cápsula (A), el hueco puede definirse entre el elemento de cápsula (A) y dicho elemento AM. El hueco puede definirse al menos en parte entre dicho elemento AM y los elementos de cápsula (A) y (B) cuando se proporcionen.

En la etapa (ii) del método, dicha cápsula se construye preferiblemente con una abertura para proporcionar acceso desde el exterior de la cápsula al interior de la cápsula, por ejemplo a un hueco de la cápsula. Se puede asociar una tubería con dicha abertura para suministrar sólidos y/o fluidos al hueco y/o eliminar fluidos del hueco, por ejemplo, evacuar el hueco de aire.

En una realización preferida, la etapa (ii) comprende construir dicha cápsula seleccionando al menos tres elementos individuales y/o independientes (p. ej., elementos de cápsula seleccionados entre elementos de cápsula (A), (B) y al menos otro elemento de cápsula), que están hechos adecuadamente de material en lámina, por ejemplo lámina de metal y asociando dichos tres elementos con el elemento AM para definir una cápsula con un hueco definido al menos en parte por el elemento AM.

Posteriormente a la etapa (ii), se puede probar dicha cápsula, adecuadamente para confirmar que es hermética a los gases. Esto puede comprender introducir (por ejemplo a través de dicha abertura que está dispuesta para proporcionar acceso a la cápsula), un gas, por ejemplo helio, en el hueco definido en la cápsula y evaluar si alguno de los gases se escapa de la cápsula.

En una etapa (iii) que es adecuadamente posterior a la etapa (ii), se introduce preferentemente un polvo (denominado en el presente documento polvo (XX)), en la cápsula, por ejemplo en dicho hueco definido en la cápsula.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la divulgación, fuera del alcance de la presente invención, se proporciona un elemento AM complementado que comprende un elemento AM (en el presente documento el "elemento AM tal como se fabrica"), que es preferentemente el producto obtenido tras fabricar un elemento AM adecuadamente en un proceso de AM, por ejemplo usando láser o técnicas de construcción de lecho de polvo EBW o alimentadas por hilos, en donde el elemento de AM tal como se fabrica incluye material en partículas no consolidado, por ejemplo polvo; en donde el elemento AM complementado incluye material en partículas, por ejemplo polvo, además del material en partículas no consolidado en dicho elemento tal como se fabrica. El material en partículas adicional puede ser idéntico o diferente en comparación con el material utilizado en un proceso (p. ej., un proceso de AM), mediante el cual se fabrica el elemento de AM tal como se fabrica. Preferentemente, dicho material en partículas adicional es diferente (p. ej., en identidad o tamaños de partículas/distribución de tamaños), en comparación con el material utilizado en el proceso mediante el cual se fabrica el elemento AM tal como se fabrica.

El elemento AM, el elemento AM tal como se fabrica y el elemento AM complementado del cuarto aspecto pueden ser como se describe en el primer aspecto.

De acuerdo con un quinto aspecto de la divulgación, fuera del alcance de la presente invención, se proporciona un método para fabricar un elemento AM complementado del cuarto aspecto, comprendiendo el método:

- 5 (i) seleccionar un elemento AM que es un producto obtenido tras fabricar el elemento AM (en el presente documento el "elemento AM tal como se fabrica"), en un proceso de AM, por ejemplo usando láser o lecho de polvo EBW o técnicas de construcción alimentadas por hilos, en donde dicho elemento AM tal como se fabrica incluye material en partículas no consolidado, por ejemplo polvo; e
- 10 (ii) incorporar materiales en partículas adicionales, por ejemplo polvo, en el elemento AM tal como se fabrica, para definir el elemento AM complementado.

Dicho material en partículas adicional puede entrar en contacto y/o mezclarse con el material en partículas no consolidado incorporado en dicho elemento AM tal como se fabrica.

15 De acuerdo con un sexto aspecto de la divulgación, fuera del alcance de la presente invención, se proporciona un componente final per se.

20 A continuación se describirán las realizaciones específicas de la invención, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 es una sección transversal a través de una cápsula de un montaje de asiento de válvula;
- 25 la Figura 2 es una vista en perspectiva, parcialmente cortada, de un elemento AM del montaje de la Figura 1;
- las Figuras 3 a 6 muestran fases en la fabricación del montaje de la Figura 1;
- la Figura 7a es una vista en perspectiva de un cuerpo de caudalímetro, con una placa de cierre omitida en aras de claridad;
- 30 la Figura 7b es una vista del cuerpo del caudalímetro de la Figura 7a que muestra la inclusión de un tubo de llenado/evacuación;
- las Figuras 8 a 11 muestran una secuencia de las etapas involucradas en la formación de una cápsula que comprende el cuerpo del caudalímetro de la Figura 7;
- 35 la Figura 12 es una vista en perspectiva, parcialmente cortada, de un disco de turbina;
- la Figura 13 es una vista en perspectiva de una cápsula que comprende el disco de turbina de la Figura 12;
- 40 y
- la Figura 14 es una sección transversal del montaje de la Figura 13.

45 En las figuras, partes iguales o similares tienen los mismos números de referencia.

Haciendo referencia a las Figuras 1 a 6, una cápsula 2 para proceso HIP comprende un componente AM 3 rígido y autoportante que está soldado a revestimientos cilíndricos interior y exterior 4, 6 a través de los cuales se extienden los tubos 8, 10 del canal de refrigeración (en la Figura 1 solo se muestra el tubo 8, pero ambos tubos 8, 10 se muestran en otras figuras). Una placa de extremo sólida 11 está soldada a los extremos de los revestimientos 4, 6 y los tubos 8, 10 se extienden a través de la placa de extremo 11 y se abren hacia el exterior. Un tubo de llenado 12 se comunica con un hueco anular 14 definido entre los revestimientos 4, 6 que está lleno de polvo 16. En uso, la cápsula 2 se somete a HIP como se describe a continuación. A partir de entonces, se retiran los revestimientos interior y exterior 4, 6 para definir un montaje de asiento de válvula que comprende el componente AM 3, los tubos 8, 10, el polvo sometido a HIP 16 y la placa de extremo 11.

55 La cápsula 2 y su producción se describen con más detalle a continuación.

60 El componente AM 3 se fabrica mediante un proceso de impresión 3D con lecho de polvo láser con un solo cabezal láser. El polvo utilizado para la construcción es acero inoxidable o una aleación a base de níquel. El componente AM se diseña y el diseño se suministra en formato STEP para permitir producir un modelo CAD para la programación de la construcción AM. El componente AM se construye capa por capa utilizando una velocidad de construcción optimizada para lograr una pared de alta densidad libre de porosidad y defectos. Tras la construcción, se alivia la tensión del componente AM y luego se retira de la placa de construcción y se retira cualquier estructura de soporte.

65 El componente AM debe poder soldarse TIG, MIG y/o EBW y también ser compatible para unirse por soldadura a otras partes, por ejemplo a los revestimientos 4, 6 de la cápsula 2.

El componente AM 3 define un asiento de válvula anular que está fabricado en un material adecuado resistente al desgaste. Incluye una cara de desgaste 17 que tiene forma troncocónica y un cuerpo 18 en el que se definen galerías de enfriamiento 20 que se comunican con los tubos 8, 10. Los tubos 8, 10 están dispuestos para transportar un fluido refrigerante hacia y desde la cara de desgaste para enfriar la cara de desgaste en uso.

El componente AM tiene un diámetro máximo de aproximadamente 150 mm y un grosor máximo (medido perpendicular al diámetro máximo), de aproximadamente 20 mm.

El componente AM 3 también incluye aberturas diametralmente espaciadas 22, 24 (Figura 2), que están dispuestas para recibir tubos 8, 10 que se extienden más allá de un extremo 26 de los revestimientos 4, 6 y sobresalen de la cara exterior 28 de la placa de extremo 11. Los tubos 8, 10 están soldados en la posición representada por las líneas de soldadura 30, 32 (Figura 3).

El componente AM 3 también incluye regiones escalonadas anulares interior y exterior 34, 36. La región escalonada interior 34 está dispuesta para acoplarse al revestimiento 4 de sección transversal circular interior y la región escalonada exterior 36 está dispuesta para acoplarse al revestimiento exterior 6. El revestimiento interior 4 está dispuesto para soldarse al componente AM como se representa por las líneas de soldadura 38 (Figura 4), y el revestimiento exterior 6 está dispuesto para soldarse al componente AM 3 como se representa por las líneas de soldadura 40 (Figura 5).

Los revestimientos interior y exterior 4, 6 comprenden láminas de metal que pueden seleccionarse de acero dulce, acero inoxidable y aluminio.

En un extremo opuesto al componente AM, la cápsula 2 incluye la placa de extremo 11 que comprende un material sólido que puede ser acero inoxidable, acero o una aleación a base de níquel. La placa de extremo está dispuesta para acoplarse con el montaje de la Figura 5. Para este fin, incluye ranuras anulares dispuestas para acoplarse con los extremos libres de los revestimientos 4, 6 e incluye aberturas a través de las cuales se pueden posicionar los tubos 8, 10. La placa de extremo 11 está soldada a los revestimientos 4, 6 y a los tubos 8, 10 como se representa por las líneas de soldadura 42, 44, 46, 48. Cuando se dispone así, el hueco 14 se define entre la placa de extremo 11, los revestimientos 4, 6 y el componente AM 3. Para proporcionar acceso al hueco 14, el tubo de llenado 12 está soldado a una pared del revestimiento 6 que mira hacia afuera.

Las etapas para fabricar la cápsula 2 de la Figura 1 se representan secuencialmente en las Figuras 2 a 6.

Tras construir la cápsula de la Figura 1, se evacua conectando una línea de vacío al tubo 12 y a continuación se somete a una prueba de fuga de helio para garantizar que sea hermética. A continuación, se llena con metal en polvo a través del tubo 12. El metal en polvo puede seleccionarse de aceros inoxidables que incluyen grados austeníticos, ferríticos y martensíticos, aceros inoxidables dúplex y súper dúplex, aleaciones de Ni, Ti y CoCr junto con aleaciones de matriz metálica/compuestos. El polvo metálico se puede llenar hasta el 100 % del volumen del hueco de la cápsula. El peso del llenado de polvo se calcula basándose en el diseño de la cápsula y la distribución del tamaño de las partículas del polvo metálico. El polvo metálico se introduce en el hueco de la cápsula y se puede hacer vibrar preferentemente para lograr un peso de llenado de polvo conocido y una densidad de empaquetamiento de polvo óptima.

Tras llenar la cápsula, se evacua el aire atrapado conectando una línea de vacío al tubo 12 y generando vacío. Luego, se engarza el tubo 12 para sellar el montaje.

A continuación, la cápsula se somete a HIP colocándola en un sistema HIP y someténdola a una temperatura y presión predeterminadas durante un tiempo predeterminado. La temperatura HIP debe ser adecuada tanto para el polvo metálico como para el material del que está hecho el componente AM y normalmente depende del material (p. ej., aleación), con la temperatura de solidificación más baja.

Tras el proceso HIP, la cápsula se coloca en un horno de tratamiento térmico a una temperatura predeterminada durante un tiempo predeterminado para lograr propiedades óptimas del material para el componente final.

Tras el proceso HIP, se pueden eliminar partes de la cápsula que no se incluirán en el componente final. Esto se puede hacer sumergiendo el montaje tras someterlo a HIP en varios ácidos y fases durante un tiempo adecuado para disolver la lámina de acero que encapsula el componente. En particular, los revestimientos 4, 6 se disuelven, dejando un montaje de asiento de válvula que comprende dicho componente AM 3, polvo sometido a HIP 16 con tubos 8, 10 que se extienden a través de ellos y la placa de extremo 12. El componente AM 3 es totalmente denso en virtud de haber sido sometido a HIP y el metal en polvo consolidado 16 también es totalmente denso en virtud de haber sido sometido a HIP. El componente AM y el metal en polvo consolidado se unen por difusión entre sí en virtud del proceso HIP. El componente metálico o bimetálico producido no presenta porosidad ni defectos. La parte de metal en polvo consolidado tendrá un tamaño de grano fino y homogéneo y el componente AM consistirá en una estructura de grano muy fino que se homogeneizará y revelará menos segregación que la condición construida debido al tratamiento del

elemento AM durante el ciclo HIP. La unión del componente AM al componente en polvo se realiza mediante unión por difusión de las superficies de las partículas de polvo al componente AM sin fases líquidas o de fusión, lo que elimina la presencia de una zona afectada por el calor, siendo reemplazada por una zona de difusión delgada de 10 a 50 micrómetros entre el polvo y el componente AM.

De manera similar, la placa de extremo 11 y el metal en polvo consolidado se unen por difusión entre sí en virtud del proceso HIP. Esto se lleva a cabo sin fases líquidas o de fusión, lo que elimina la presencia de una zona afectada por el calor, siendo reemplazada por una zona de difusión delgada (10-50 micrómetros), entre el polvo y el componente AM.

Ventajosamente, el componente AM 3 no requiere ningún mecanizado (u otro proceso de eliminación de metal), tras el proceso HIP y la eliminación de partes de la cápsula que no se incluirán en el componente final. El componente AM define la cara de desgaste 17 que es una superficie selectiva que coopera con otra parte de una válvula (p. ej., una válvula de admisión o de escape) (no mostrada). La cara de desgaste 17 se fabrica con una tolerancia estrecha (p. ej., +/- 0,2 a 0,3 mm), en el proceso para que pueda acoplarse con precisión a la otra parte de la válvula.

Otras partes del componente final (que pueden no incluir superficies selectivas y/o que pueden fabricarse con tolerancias más bajas en comparación con las del componente AM), pueden someterse a cierta mecanización (p. ej., una operación de limpieza sobre la placa de extremo 11 y/o taladrado).

Haciendo referencia a la Figura 7a, un componente AM 52 está dispuesto para definir una superficie selectiva de un dispositivo caudalímetro, tratado en un proceso HIP.

El componente AM 52 de la Figura 7a se fabrica mediante un proceso de impresión 3D con lecho de polvo láser con un solo cabezal láser, como se describe en la realización de la Figura 1. Sin embargo, a diferencia de la realización de la Figura 1, el componente AM incluye polvo que no ha sido consolidado mediante tratamiento con láser en el proceso de fabricación. Por lo tanto, el componente AM 52 incluye un área totalmente fusionada 54, definida a la izquierda de la línea 56 mostrada en la Figura 7a. El área totalmente fusionada define una superficie selectiva del componente 52 que generalmente no requiere mecanizado posterior al proceso HIP.

A la derecha de la línea 56, la pared exterior 58, relativamente delgada y sólida, que es en parte circular, está definida por el láser que fusiona totalmente el polvo en el lecho de polvo. La pared exterior se extiende hacia arriba desde una base 60 plana, sólida y generalmente circular, que también está definida por el láser que fusiona totalmente el polvo en el lecho de polvo. Hacia el interior de la pared exterior 58, se definen postes de soporte 62 que se producen mediante la fusión completa del polvo por láser en el lecho de polvo. Los postes de soporte 62 se extienden hacia arriba desde la base 60 y están dispuestos para soportar una parte superior plana 64 (omitida en la Figura 7a en aras de claridad, pero mostrada en la Figura 8), que se forma mediante fusión de polvo mediante la energía del láser.

Definida hacia el interior de la pared exterior 58 hay una abertura 65 definida por la pared 66 que se produce cuando el láser fusiona totalmente el polvo en el lecho de polvo. Entre la pared exterior 58, la pared 66, la base 60 y la parte superior 65, el componente AM 52 incluye un volumen 53 que incluye polvo no consolidado, es decir, polvo que no ha sido afectado por el láser para fundirlo.

La relación de la suma de las áreas de sección transversal de los postes de soporte (inmediatamente debajo de la parte superior plana 64), dividida por el área definida entre los postes de soporte (inmediatamente debajo de la parte superior plana 64), en la que se dispone el polvo no consolidado, puede estar en el intervalo de 0,25 a 0,55, preferentemente en el intervalo de 0,3 a 0,45, más preferentemente en el intervalo de 0,33 a 0,42.

La relación de la suma de los volúmenes ocupados por todos los postes de soporte, dividida por el volumen que rodea los postes de soporte, y/u ocupados por polvo no consolidado, puede estar en el intervalo de 0,25 a 0,55, preferentemente en el intervalo de 0,3 a 0,45, más preferentemente en el intervalo de 0,33 a 0,42.

El componente AM tiene un grosor x (Figura 7a), de aproximadamente 40 mm, una anchura y de aproximadamente 30 mm y el diámetro entre los puntos Q y R es de aproximadamente 100 mm.

Por lo tanto, el componente AM 52 de la Figura 7a define una superficie selectiva (que incluye un volumen recortado 55), y otras regiones que comprenden polvo totalmente fundido, junto con un volumen de polvo que no está consolidado pero que está dispuesto entre los postes de soporte 62. En virtud de esta disposición, el componente AM se puede fabricar mucho más rápidamente (y con menos uso de energía), en comparación con un caso en donde la totalidad del polvo utilizado para el componente 52 se consolida con el láser, durante la fabricación aditiva.

El componente AM 52 puede incluirse en una cápsula 70 (Figura 11), como se describe haciendo referencia a las Figuras 8 a 11. Sin embargo, antes de la incorporación, se introduce polvo adicional, a través de un tubo de llenado/evacuación 57 (Figura 7b), en el volumen 53 para complementar el polvo que contiene. El polvo adicional se empaqueta en el volumen 53 y se dispone de manera que, tras el proceso HIP del componente AM 52, el polvo y los

postes 62 en el volumen 53 definen un volumen que tiene una densidad superior al 98 % (de su densidad totalmente densa), y el volumen puede ser sustancialmente totalmente denso.

Ventajosamente, el tubo 57 puede incorporarse al componente AM 52 durante la fabricación del componente AM.

Haciendo referencia a la Figura 8, el componente AM 52 se representa incluyendo una porción recortada 72 de la parte superior 67 para mostrar el polvo no consolidado 74 dentro del componente 52, aunque se apreciará que el volumen que incluye el polvo en realidad está totalmente cerrado por partes del componente AM. El componente AM 52 puede incorporarse en la cápsula 70 mientras incluye polvo no consolidado 74. Sin embargo, en una realización preferida, se incorpora polvo adicional en el volumen 53 como se describe haciendo referencia a la Figura 7b y luego se realiza el proceso HIP al componente 52 como se describe en el presente documento antes de incorporarlo a la cápsula 70. Esto puede reducir el riesgo de fallo del componente AM 52.

Haciendo referencia a la Figura 9, se suelda un tubo cónico 78, que tiene una sección transversal cuadrada (véanse las líneas de soldadura 80), alrededor de la abertura 65. El tubo 78 puede estar fabricado de aleación de níquel.

A continuación, haciendo referencia a la Figura 10, se coloca un manguito exterior 80 con sección transversal circular alrededor del tubo 78 y se suelda al componente AM 52 a lo largo de la línea de soldadura 82. El manguito exterior 80 puede estar hecho de acero dulce, acero inoxidable, titanio o aluminio.

A continuación, haciendo referencia a la Figura 11, se suelda una placa de cierre 84 (que puede estar hecha del mismo material que el manguito exterior 80), al manguito 80 a lo largo de la línea de soldadura 86 y a un borde exterior del tubo cónico 78 a lo largo de la línea de soldadura 88. Un tubo de llenado 90 se extiende a través de la placa de cierre 84 y está soldado a ella.

Tras construir la cápsula de la Figura 11, se evacua, se prueba, se llena con polvo y se somete a HIP como se describe para la realización de las Figuras 1 a 6. Tras el proceso HIP, se coloca en un horno de tratamiento térmico como se ha descrito anteriormente y posteriormente se retiran el manguito exterior 80, la placa de cierre 84 y el tubo de llenado 90, por ejemplo mediante disolución en ácido.

Haciendo referencia a la Figura 12, se dispone un disco de turbina 100 (diámetro aproximado de 200 mm y grosor de 20 mm), para definir una superficie selectiva de un montaje de rueda de turbina. El disco 100 se fabrica usando un proceso de impresión 3D con lecho de polvo láser, como se describe en la realización de la Figura 7 y por tanto define un componente AM. El disco incluye un anillo de cuchilla anular 102 que incorpora paletas arqueadas 103 alrededor de toda su periferia. Hacia el interior del anillo de cuchilla 102 hay placas de cierre circulares 104, 106 espaciadas (Figura 14). Entre las placas 104, 106 se extiende una serie de postes de soporte 108 espaciados que están definidos por el láser que fusiona totalmente el polvo en el lecho de polvo durante la fabricación del disco 100. Entre la placa 104, 106 y los postes 108, el disco 100 incluye un volumen que incluye polvo no consolidado, es decir, polvo que no ha sido afectado por el láser para fundirlo. El área/volumen ocupado por los postes y el polvo no consolidado puede ser como se describe para el componente 52.

Por tanto, el disco de turbina de la Figura 12 define una superficie selectiva (es decir, que comprende el anillo 102 y las paletas 103); y otras regiones (p. ej., placas 104, 106 y postes 108), que comprenden polvo totalmente fundido, junto con un volumen de polvo 108 que no está consolidado. Como se describe para la realización de la Figura 7, el disco se puede fabricar más rápidamente (y con menos uso de energía), en comparación con un disco correspondiente en donde no hay polvo no consolidado. En una realización preferida, el disco 100 de la Figura 12 incluye un tubo de llenado/evacuación (no mostrado), a través del cual se introduce polvo adicional para complementar el polvo 108. Preferentemente, el disco 100 se somete a HIP como se describe en el presente documento antes de incorporarlo a una cápsula. Tras el proceso HIP, el disco 100 puede estar sustancialmente totalmente denso.

Se puede fabricar una cápsula que incorpora el disco 100 (que preferentemente ha sido sometido a HIP como se describe), como se muestra en las Figuras 13 y 14. Haciendo referencia a las figuras, una caperuza cilíndrica 110 que incorpora un tubo de llenado 112 está soldada alrededor de su periferia en 114 a la placa de cierre 106. Una caperuza escalonada 116, que incluye un tubo de llenado 111, está soldada alrededor de su periferia 118 en su extremo inferior a la placa de cierre 104.

La caperuza cilíndrica 110 y la caperuza escalonada 116 pueden estar hecha de acero dulce, acero inoxidable, titanio o aluminio.

Tras construir la cápsula de las Figuras 13 y 14, se evacua, se prueba, se llena con polvo y se somete a HIP como se describe para las realizaciones previas. Tras el proceso HIP, se coloca en un horno de tratamiento térmico como se ha descrito anteriormente y posteriormente se retiran las caperuzas 110, 116 incluyendo los tubos de llenado 112, 111 respectivos, por ejemplo mediante disolución en ácido.

Ventajosamente, el método se puede utilizar para producir componentes relativamente grandes (p. ej., que tengan una dimensión máxima de aproximadamente 400 mm) que incorporen superficies selectivas que se produzcan con

precisión (y que estén dispuestas para cooperar en uso con otra superficie o pieza), y otras superficies que no sean selectivas y/o que pueden hacerse con menos precisión y/o con tolerancias más amplias en comparación con las superficies selectivas. Usando el método descrito, los componentes se pueden producir de manera relativamente rápida y eficiente.

REIVINDICACIONES

1. Una cápsula para prensado isostático en caliente (proceso HIP), comprendiendo dicha cápsula:
 - (i) un elemento de fabricación aditiva (AM), en donde dicho elemento AM incluye un primer volumen que tiene una densidad inferior al 99,5 % de su densidad totalmente densa;
 - (ii) un elemento de cápsula (A) y un elemento de cápsula (B), en donde dicho elemento de cápsula (A) está dispuesto para definir al menos parte de un hueco para contener un polvo (XX) dispuesto para ser sometido a prensado isostático en caliente (HIP), en donde el elemento de cápsula (A) está fijado al elemento AM y está hecho de un material diferente en comparación con el de dicho elemento AM y el elemento de cápsula (B) está fijado al elemento AM y está hecho de un material diferente en comparación con el de dicho elemento AM.
2. Una cápsula de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho elemento AM incluye una superficie selectiva, por ejemplo, una superficie que se fabrica con una tolerancia de $\pm 0,3\%$.
3. Una cápsula de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde dicho elemento AM incluye una abertura que se extiende desde una primera posición en el elemento AM hasta una segunda posición en el elemento AM, con un hueco definido entre las posiciones primera y segunda; y/o en donde dicho elemento AM incluye una serie de partes sustancialmente idénticas, por ejemplo dientes; y/o en donde dicho elemento AM es sustancialmente homogéneo y/o comprende una única masa de material.
4. Una cápsula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicho elemento AM incluye un primer volumen que tiene una densidad del 98 % de su densidad totalmente densa o mayor.
5. Una cápsula de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho elemento AM no es homogéneo y/o no comprende una única masa de material y/o la densidad de la masa de material que se incorpora en el elemento AM no es sustancialmente constante en toda su extensión; en donde, opcionalmente, dicho elemento AM incluye polvo no consolidado que puede fluir dentro de un volumen (A) definido en el elemento AM, en donde el volumen (A) está totalmente encapsulado por una pared sólida del elemento AM; en donde, opcionalmente, dicho volumen (A) comprende elementos de soporte que se extienden entre las paredes superior e inferior que definen el volumen (A) y están dispuestos para soportar partes del componente AM durante la fabricación del elemento AM.
6. Una cápsula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicho elemento AM de dicha cápsula para proceso HIP comprende el producto directo de un proceso AM para fabricar el elemento AM (en el presente documento denominado "elemento AM directo"), o puede comprender un elemento AM (en el presente documento denominado "elemento AM complementado"), en donde se ha incorporado polvo adicional en un elemento AM que es el producto directo de un proceso AM.
7. Una cápsula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicho elemento AM está diseñado y construido para poder mantener un sellado hermético a los gases y/o retener una membrana hermética a los gases durante el proceso HIP a altas temperaturas y presiones.
8. Una cápsula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la forma exterior y/o las superficies exteriores completas del elemento AM son un producto directo de una técnica de fabricación AM.
9. Una cápsula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicho elemento de cápsula (A) comprende un material en lámina que está fijado al elemento AM; y dicho elemento de cápsula (B) comprende un material en lámina que está fijado al elemento AM.
10. Una cápsula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicho elemento AM incluye una superficie que es una superficie exterior de dicha cápsula.
11. Una cápsula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicho elemento AM no está totalmente encapsulado por otras regiones de dicha cápsula.
12. Una cápsula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde un hueco para contener el polvo (XX) está definido, al menos en parte, por el elemento de cápsula (A), el elemento de cápsula (B), dicho elemento AM y, opcionalmente, otros elementos de la cápsula.
13. Una cápsula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que incluye polvo (XX) que constituye al menos el 10 % en peso del peso total de dicha cápsula.
14. Un método para producir un componente, comprendiendo el método:
 - (i) seleccionar una cápsula de acuerdo con cualquier reivindicación anterior;
 - (ii) someter la cápsula a HIP;

en donde, opcionalmente, tras la etapa (ii), parte de la cápsula se retira de su asociación con el elemento AM;
 en donde, opcionalmente, menos del 50 %, más preferentemente menos del 10 %, de la superficie exterior del componente se trata tras eliminar partes de la cápsula que no están incluidas en el componente.

- 5 15. Un método para producir una cápsula de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, comprendiendo el método:
 (i) seleccionar un elemento de fabricación aditiva (AM);
 (ii) construir una cápsula, en donde una primera región de dicha cápsula está definida, al menos en parte, por dicho elemento AM;
- 10 en donde, opcionalmente, el método incluye, antes de la etapa (i), fabricar el elemento AM, por ejemplo usando técnicas construcción por soldadura por láser o haz de electrones, lecho de polvo o alimentación por hilos;
 en donde, opcionalmente, la etapa (ii) de dicho método comprende construir regiones de la cápsula alrededor de dicho elemento AM de manera que dicha primera región de dicha cápsula esté definida por dicho elemento AM y una segunda región de dicha cápsula esté definida por dicho elemento AM;
- 15 en donde, opcionalmente, la etapa (ii) comprende construir dicha cápsula seleccionando al menos tres elementos individuales y/o separados que están hechos de material en lámina y asociando dichos tres elementos con el elemento AM para definir una cápsula con un hueco definido al menos en parte por el elemento AM, en donde, tras la etapa (ii), se introduce un polvo (XX) en un hueco de la cápsula.

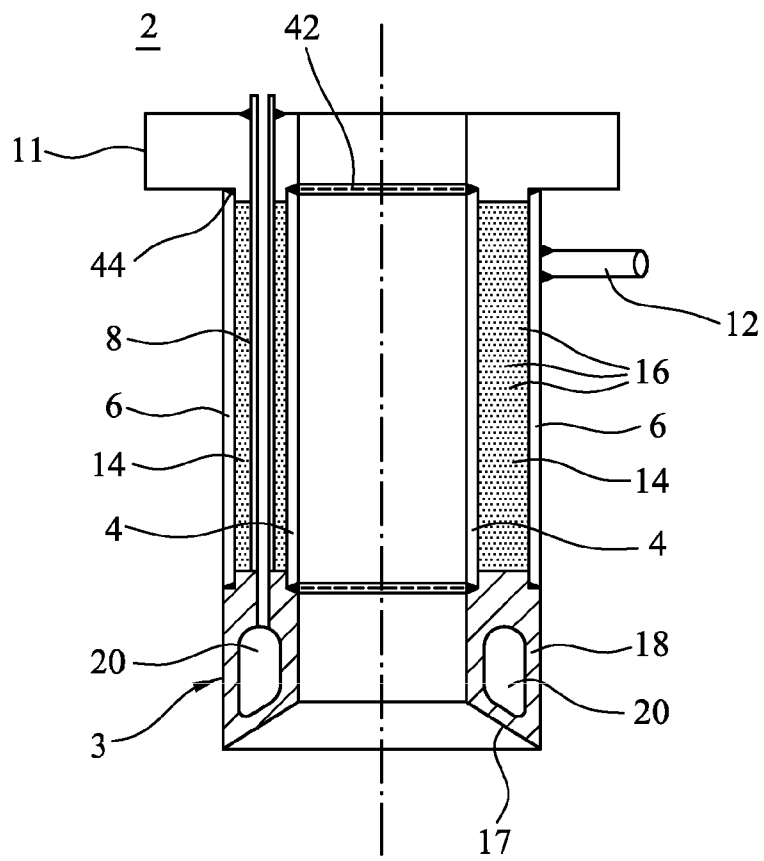


FIG. 1

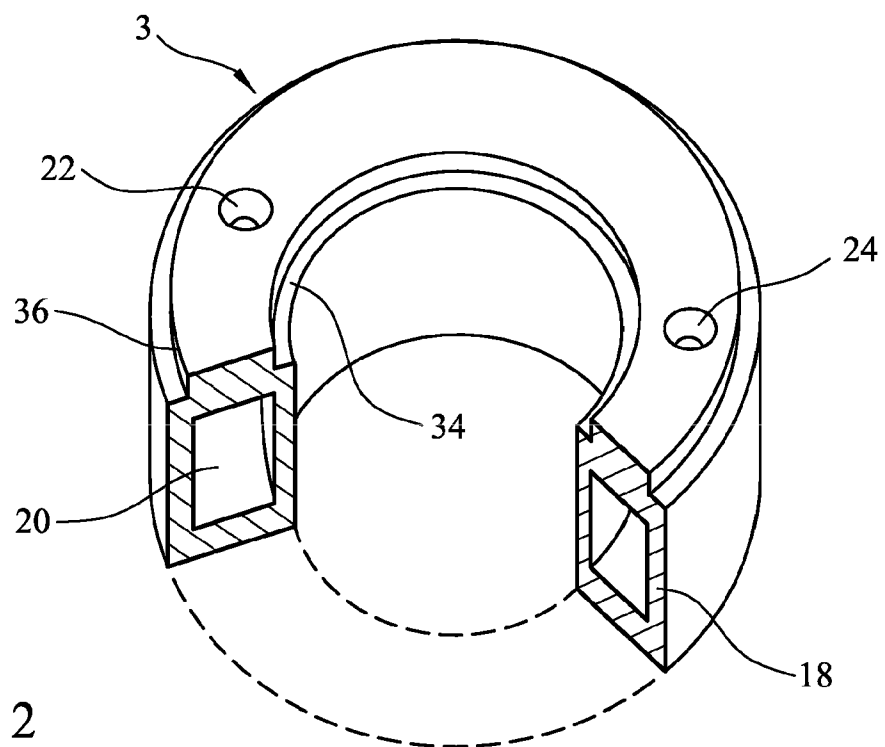


FIG. 2

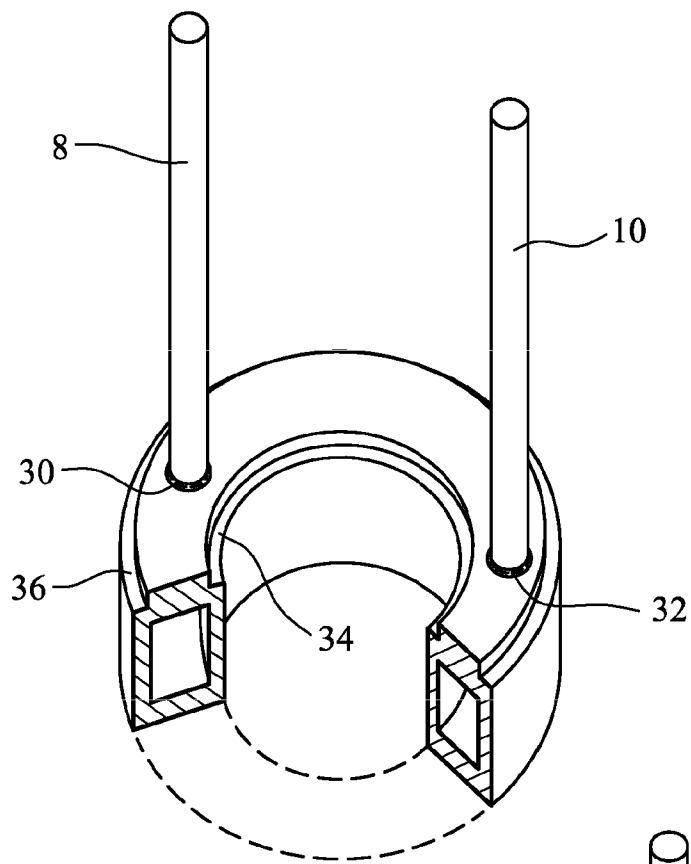


FIG. 3

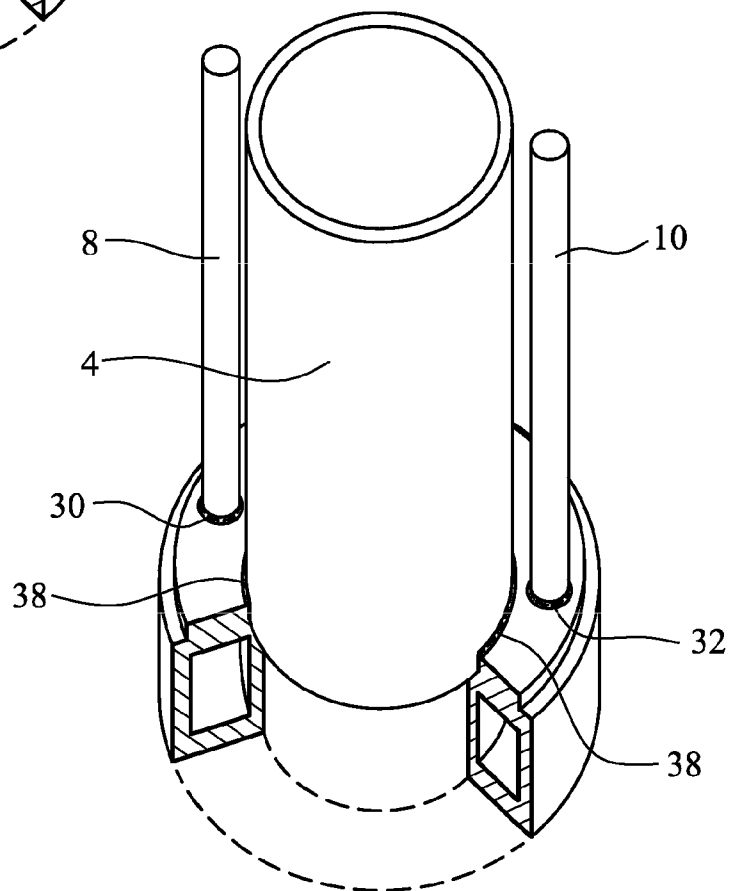


FIG. 4

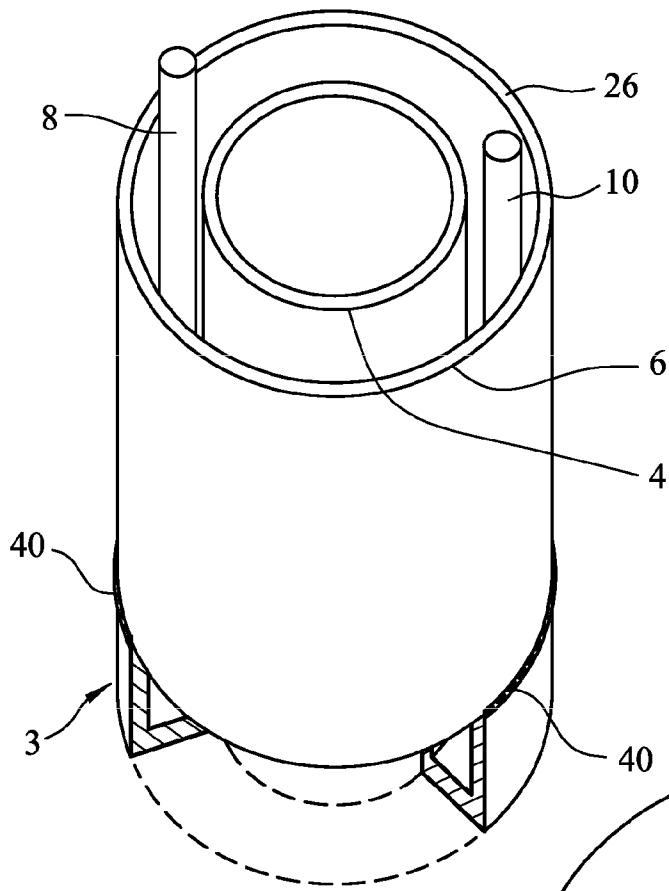


FIG. 5

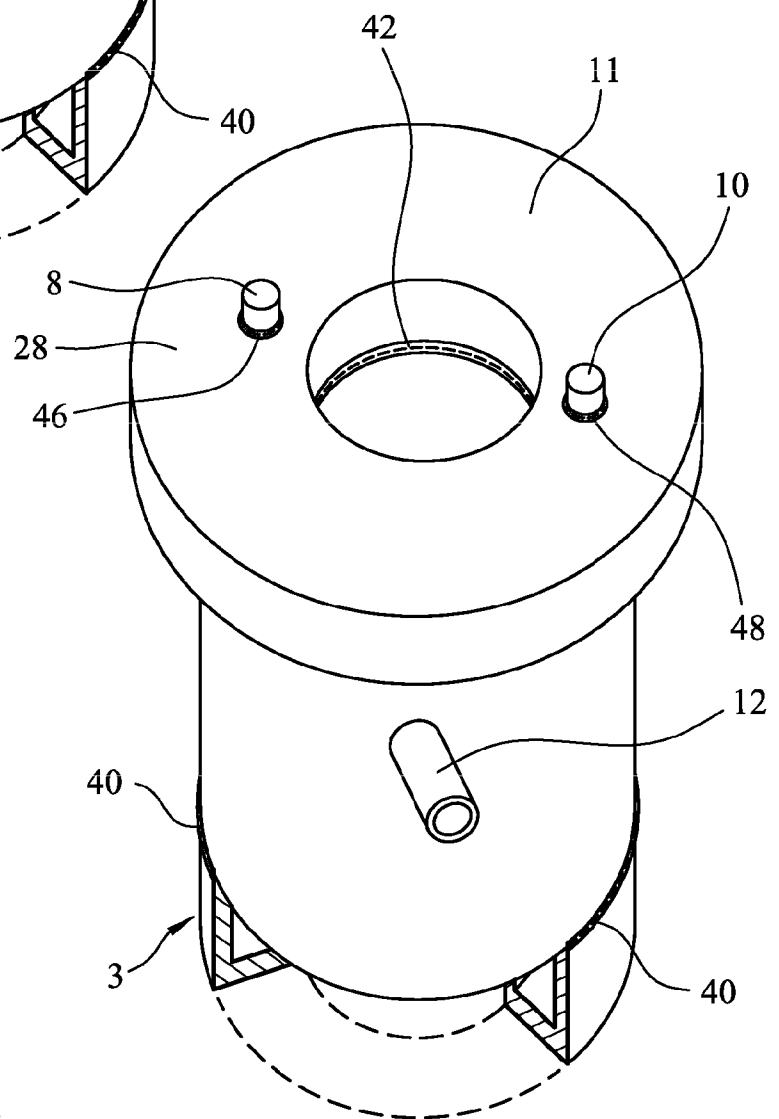


FIG. 6

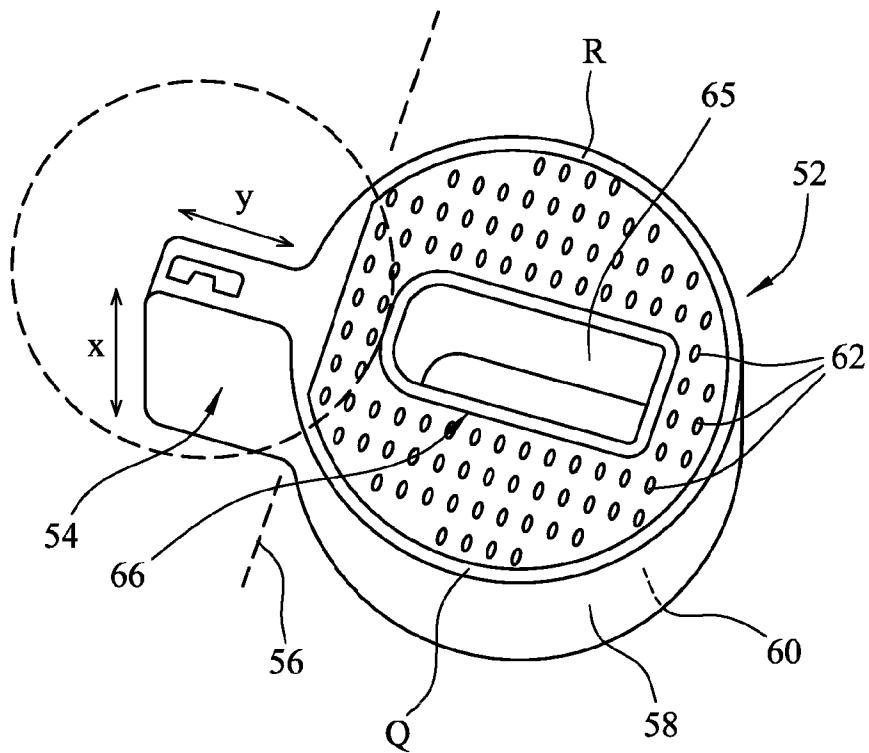


FIG. 7a

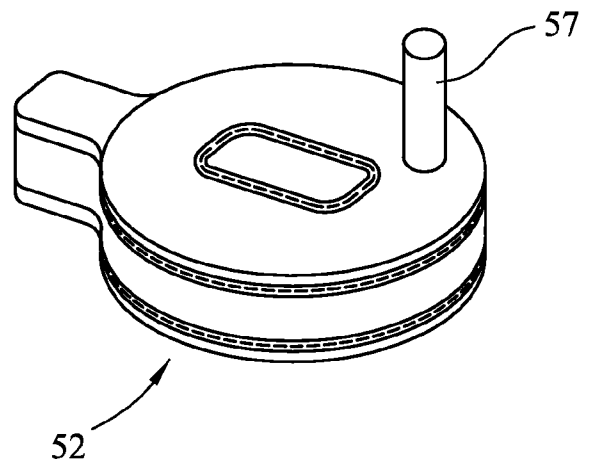


FIG. 7b

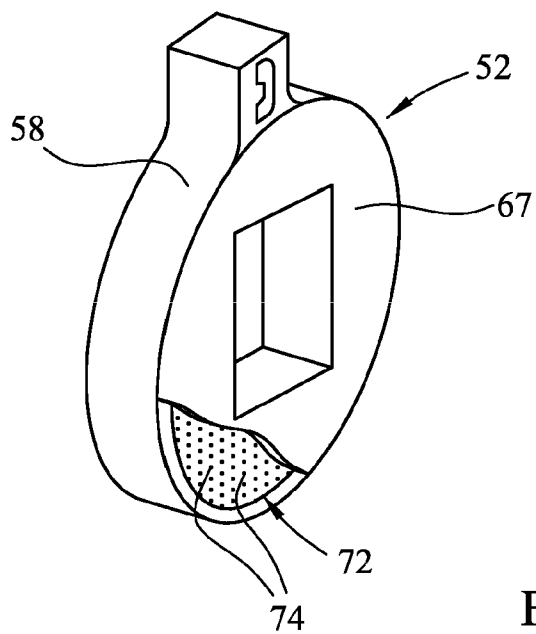


FIG. 8

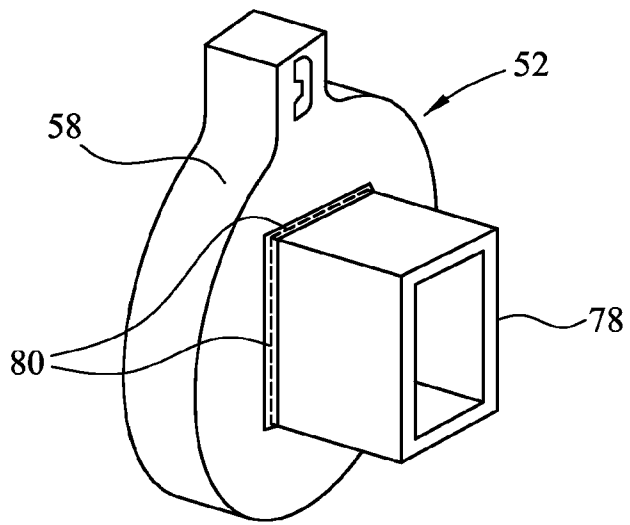


FIG. 9

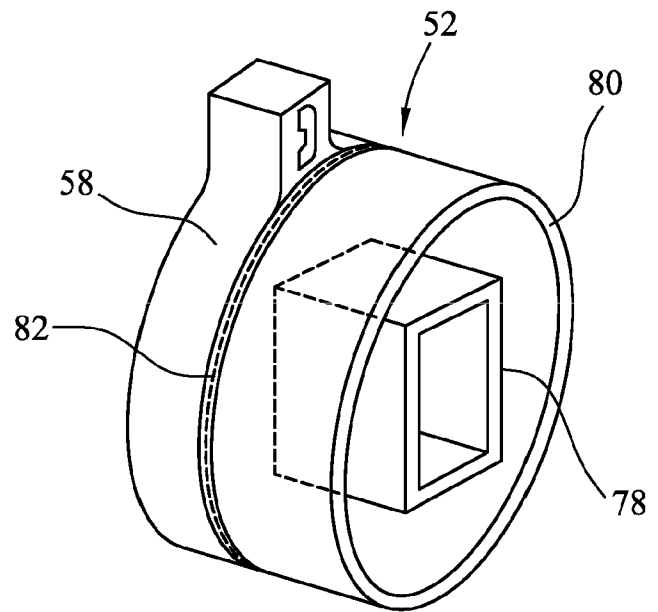


FIG. 10

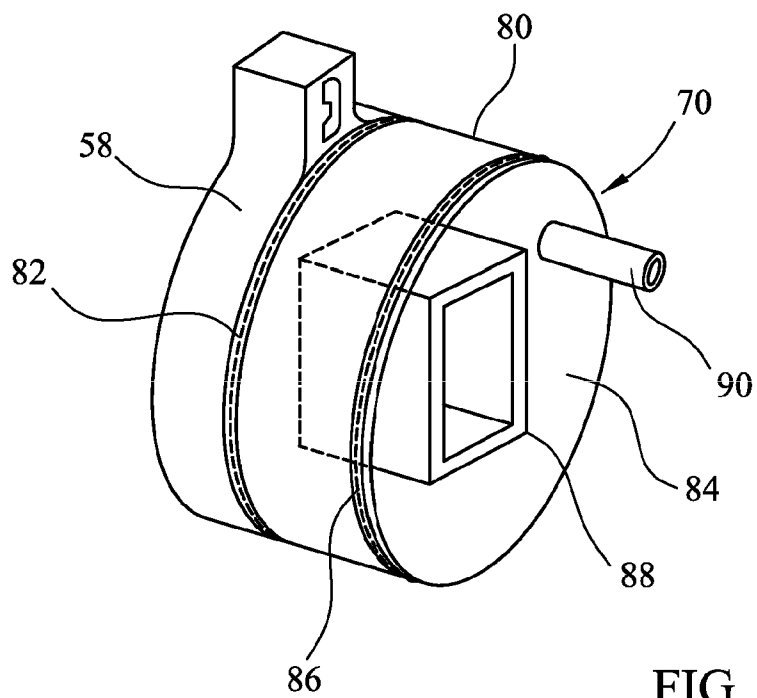


FIG. 11

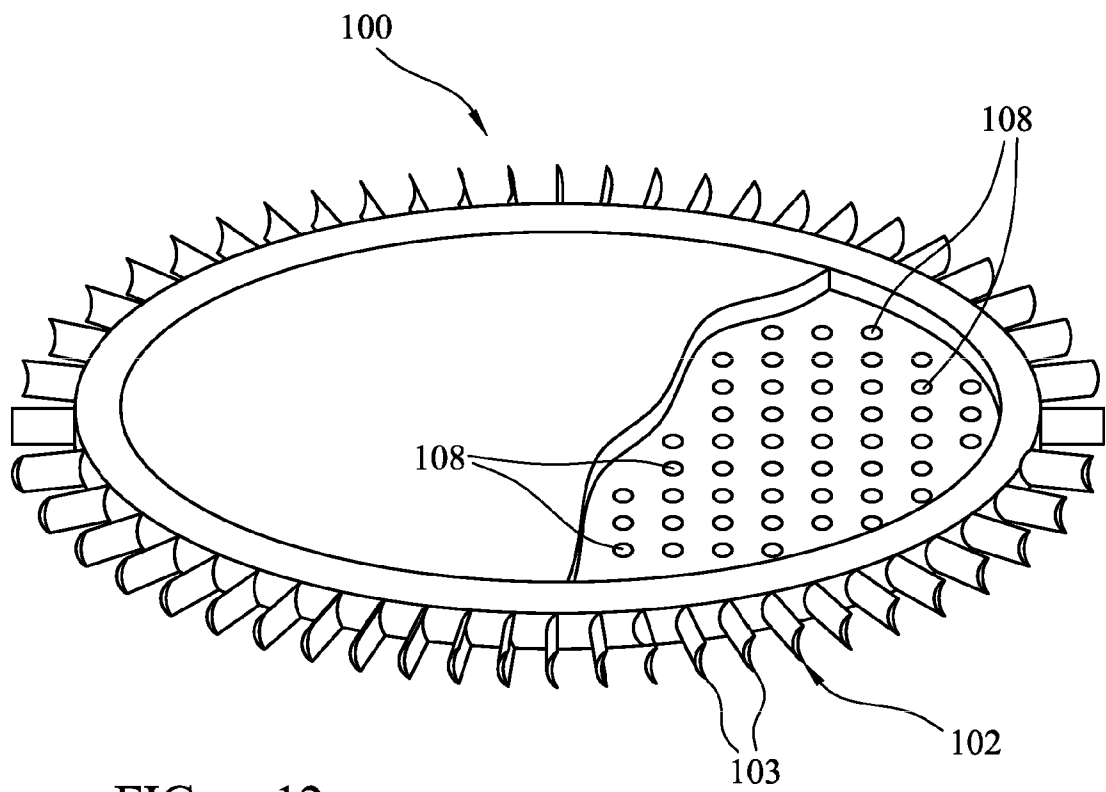


FIG. 12

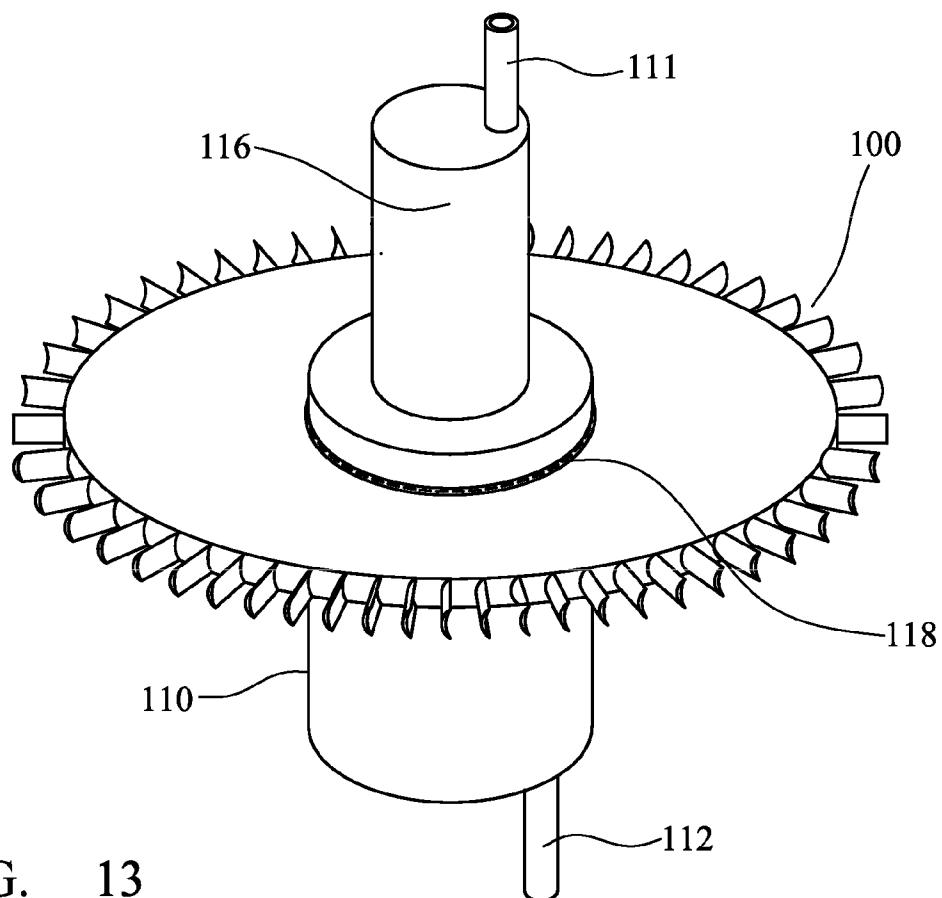


FIG. 13

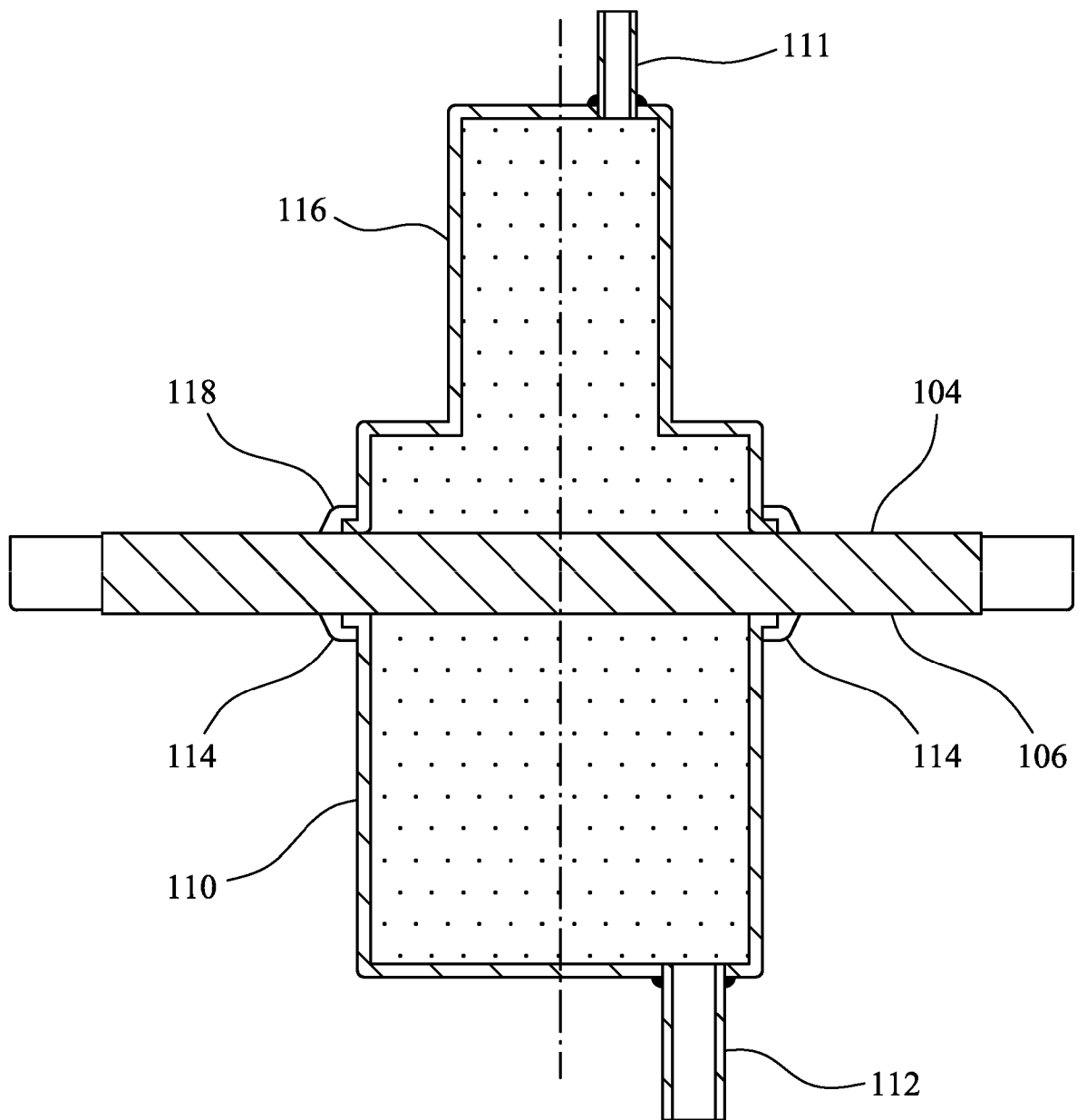


FIG. 14