

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 807 195**

51 Int. Cl.:

G05D 23/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2018 E 18213512 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 3531227**

54 Título: **Sistemas de gestión térmica que incorporan accionadores de aleación con memoria de forma y métodos relacionados**

30 Prioridad:

21.02.2018 US 201815901779

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

22.02.2021

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**FOUTCH, DAVID W. y
CALKINS, FREDERICK THEODORE**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 807 195 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

Sistemas de gestión térmica que incorporan accionadores de aleación con memoria de forma y métodos relacionados

Campo

5 La presente divulgación se refiere a sistemas de gestión térmica que incorporan accionadores de aleación con memoria de forma y métodos relacionados.

Antecedentes

10 Los sistemas de gestión térmica, en general, pueden configurarse para regular la temperatura de un fluido de proceso, tal como un aceite de motor, mediante intercambio térmico entre el fluido de proceso y un fluido de gestión térmica, tal como el aire. Por ejemplo, un sistema de gestión térmica puede usar una corriente de aire frío para disminuir la temperatura de un aceite caliente que fluye a través de un conducto. En algunas aplicaciones, puede ser beneficioso modular la velocidad a la que se enfría el fluido de proceso, tal como para aumentar la eficacia de un motor que utiliza el fluido de proceso. Por ejemplo, una válvula tal como una válvula de mariposa puede accionarse selectivamente para modular un caudal del fluido de gestión térmica que está en contacto térmico con el fluido de proceso. No obstante, tales válvulas pueden ser pesadas, voluminosas y/o costosas, y puede necesitar componentes adicionales y/o mantenimiento para garantizar una operación confiable.

15 El documento EP 2860401 A2 desvela un sistema de compresor que incluye al menos un compresor de fluido para comprimir un fluido de trabajo y un sistema de suministro de lubricación operable para suministrar un fluido de lubricación al compresor. Se proporciona un intercambiador de calor para controlar la temperatura del fluido de lubricación. El intercambiador de calor incluye una carcasa para contener una pluralidad de pasos de fluido lubricante. 20 Un miembro de aleación con memoria de forma (SMA) se coloca dentro de al menos uno de la pluralidad de pasos de fluido de lubricación para aumentar la turbulencia en el fluido de lubricación a temperaturas relativamente altas.

Sumario

25 La presente invención se refiere a un sistema de gestión térmica configurado para regular la temperatura de un fluido de proceso a través del intercambio térmico entre el fluido de proceso y un fluido de gestión térmica que tiene las características desveladas en la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes describen formas ventajosas de realización del presente sistema.

Además, la presente invención se refiere a un método para regular pasivamente la temperatura de un fluido de proceso y un fluido de gestión térmica que comprende las etapas descritas en la reivindicación 9. Las reivindicaciones dependientes 10-13 perfilan unas formas ventajosas de realizar este método.

30 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en planta esquemática que representa unos sistemas de gestión térmica de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 2 es una vista en sección transversal esquemática tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1.

35 La figura 3 es una vista en perspectiva delantera que representa un accionador de aleación con memoria de forma (SMA) de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 4 es una vista en planta esquemática en corte esquemática que representa un conjunto de accionador de SMA acoplado a una estructura de soporte mediante dos acoplamientos fijos de acuerdo con la presente divulgación.

40 La figura 5 es una vista en planta esquemática que representa un sistema de gestión térmica que incluye una pluralidad de conjuntos de accionador de SMA y una pluralidad de intercambiadores de calor de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 6 es una vista en alzado del extremo que representa un conjunto de accionador de SMA colocado corriente abajo de un núcleo de intercambio de calor complementario en una región de transferencia de calor de acuerdo con la presente divulgación.

45 La figura 7 es una vista esquemática en alzado de extremo que representa una parte de un sistema de gestión térmica que incluye un par de conjuntos de accionador de SMA que accionan un par de válvulas de entrada de fluido de gestión térmica y un par de válvulas de salida de fluido de gestión térmica de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 8 es una ilustración de una curva de histéresis de acuerdo con la presente divulgación.

50 La figura 9 es un diagrama de flujo que representa unos métodos para regular pasivamente la temperatura de un fluido de proceso de acuerdo con la presente divulgación.

Descripción

- La figura 1 es una ilustración esquemática de los sistemas de gestión térmica 100 de acuerdo con la presente divulgación. El sistema de gestión térmica 100, en general, está configurado para regular la temperatura de un fluido de proceso a través del intercambio térmico entre el fluido de proceso y un fluido de gestión térmica. Tal y como se ilustra esquemáticamente en la figura 1, el sistema de gestión térmica 100 incluye una región de transferencia de calor 182 dentro de la que se produce el intercambio térmico entre el fluido de proceso y el fluido de gestión térmica. Como ejemplos, el sistema de gestión térmica 100 puede configurarse de tal manera que el intercambio térmico entre el fluido de proceso y el fluido de gestión térmica aumente la temperatura del fluido de proceso y/o disminuya la temperatura del fluido de proceso. El sistema de gestión térmica 100 incluye además un conducto de fluido de proceso 141 y un conducto de fluido de gestión térmica 184. El conducto de fluido de proceso 141 está configurado para transportar un flujo 112 de fluido de proceso del fluido de proceso en relación de intercambio de calor con la región de transferencia de calor 182. De manera similar, El conducto de fluido de gestión térmica 184 está configurado para transportar un flujo de fluido de gestión térmica 114 en relación de intercambio de calor con la región de transferencia de calor 182.
- El fluido de proceso puede incluir y/o ser cualquier fluido apropiado, tal como un líquido, agua, un lubricante y/o un aceite. De manera similar, el fluido de gestión térmica puede incluir y/o ser cualquier fluido apropiado para transportar la energía térmica lejos del fluido de proceso y/o suministrar energía térmica al fluido de proceso. Como ejemplos, el fluido de gestión térmica puede incluir y/o ser un gas, aire, aire ambiente que rodea el sistema de gestión térmica 100, un líquido, agua y/o un compuesto orgánico. De acuerdo con un ejemplo más específico, el fluido de proceso puede ser un aceite de motor que se utiliza en un motor turboventilador, y el fluido de gestión térmica puede ser aire. En una realización de este tipo, el sistema de gestión térmica 100 puede facilitar una operación más eficaz del motor turboventilador en relación con un motor turboventilador de otro modo idéntico que carece del sistema de gestión térmica 100. Por ejemplo, en un motor turboventilador refrigerado por aire, el uso de una corriente de aire como fluido de gestión térmica puede reducir la eficacia del motor, tal como redirigiendo una corriente de aire que de otro modo podría producir empuje y/o aumentando la fuerza de arrastre en el motor turboventilador. El uso del sistema de gestión térmica 100 de acuerdo con la presente divulgación en combinación con un motor de este tipo puede disminuir la cantidad de fluido de gestión térmica necesaria para enfriar el fluido de proceso, aumentando de este modo la eficacia del motor, en relación con un motor idéntico que carece del sistema de gestión térmica 100.
- Aun haciendo referencia a la figura 1, el sistema de gestión térmica 100 incluye adicionalmente un conjunto de accionador de SMA 110 configurado para regular selectivamente un caudal del fluido de gestión térmica que se transporta en relación de intercambio de calor con la región de transferencia de calor 182. El conjunto de accionador de SMA 110 incluye un elemento de SMA 120 que está en contacto térmico con el fluido de proceso. El elemento de SMA 120 está configurado para adoptar una conformación entre una pluralidad de conformaciones definidas entre una primera conformación y una segunda conformación. Por ejemplo, el elemento de SMA 120 puede configurarse para girar alrededor de un eje central 122 para hacer la transición entre la pluralidad de conformaciones. Como se usa en el presente documento, la conformación del elemento de SMA 120 puede referirse a un estado de rotación y/o de giro del elemento de SMA 120, y/o puede referirse a cualquier otra forma y/o propiedad geométrica apropiada del elemento de SMA 120. La conformación del elemento de SMA 120 se basa, al menos en parte, en una temperatura del fluido de proceso que está en contacto térmico con el elemento de SMA 120. Por ejemplo, el elemento de SMA 120 puede incluir y/o ser un tubo de torsión de SMA, y/o puede estar formado al menos sustancialmente de una aleación con memoria de forma. Como ejemplos, la aleación con memoria de forma puede incluir y/o ser una aleación binaria; una aleación de níquel-titanio; una aleación binaria de níquel-titanio; una aleación ternaria; una aleación ternaria que incluye níquel y titanio; una aleación ternaria de níquel-titanio-paladio; una aleación ternaria de manganeso-níquel-cobalto; una aleación cuaternaria; una aleación cuaternaria que incluye níquel y titanio; y una aleación que incluye al menos uno de entre níquel, titanio, paladio, manganeso, hafnio, cobre, hierro, plata, cobalto, cromo y/o vanadio. En una realización en la que el elemento de SMA 120 incluye un tubo de torsión de SMA, el tubo de torsión de SMA puede ser tubular, cilíndrico, y/o hueco.
- Como se ilustra esquemáticamente además en la figura 1, el conjunto de accionador de SMA 110 incluye adicionalmente un elemento de accionamiento 160 acoplado al elemento de SMA 120. El elemento de accionamiento 160 está configurado para adoptar una posición entre una pluralidad de posiciones definidas entre una posición restrictiva y una posición abierta. Cuando el elemento de accionamiento 160 está en la posición restrictiva, el elemento de accionamiento 160 restringe el flujo del fluido de gestión térmica dentro del conducto de fluido de gestión térmica 184. Como alternativa, cuando el elemento de accionamiento 160 está en la posición abierta, el elemento de accionamiento 160 permite el flujo del fluido de gestión térmica dentro del conducto de fluido de gestión térmica 184.
- El sistema de gestión térmica 100 está configurado de tal manera que la posición del elemento de accionamiento 160 se basa, al menos en parte, en la conformación del elemento de SMA 120. De este modo, debido a que la conformación del elemento de SMA 120 puede variar con la temperatura del fluido de proceso que está en contacto térmico con el elemento de SMA 120, y debido a que el flujo de fluido de gestión térmica 114 a través de la región de transferencia de calor 182 está determinado al menos parcialmente, por la posición del elemento de accionamiento 160, el sistema de gestión térmica 100 puede regular pasivamente la temperatura del fluido de proceso. Dicho de otra manera, el

sistema de gestión térmica 100 está configurado de tal manera que la velocidad de intercambio de calor entre el fluido de proceso y el fluido de gestión térmica se basa, al menos en parte, en la temperatura del fluido de proceso. Por lo tanto, el sistema de gestión térmica 100 también puede denominarse como un sistema de gestión térmica pasivo 100 o un sistema de gestión térmica regulado por retroalimentación 100.

5 El sistema de gestión térmica 100, en general, está configurado para poner el fluido de gestión térmica en contacto térmico con el fluido de proceso dentro de la región de transferencia de calor 182 para cambiar la temperatura del fluido de proceso. Tal y como se ilustra esquemáticamente en la figura 1, el sistema de gestión térmica 100 puede incluir un intercambiador de calor 180 que define la región de transferencia de calor 182. Como se ilustra esquemáticamente además en la figura 1, el sistema de gestión térmica 100 también puede incluir un tubular de fluido de gestión térmica 183 que define, al menos parcialmente, el conducto de fluido de gestión térmica 184. Dicho de otra manera, el sistema de gestión térmica 100 puede configurarse de tal manera que el flujo de fluido de gestión térmica 114 fluya a través del conducto de fluido de gestión térmica 184 del tubular de fluido de gestión térmica 183 y hacia la región de transferencia de calor 182 del intercambiador de calor 180. El tubular de fluido de gestión térmica 183 puede tener cualquier forma de sección transversal apropiada. Como ejemplos, el tubular de fluido de gestión térmica 183 puede tener una forma de sección transversal que es circular, triangular, rectangular y/o elíptica. De manera adicional o alternativa, el tubular de fluido de gestión térmica 183 puede incluir y/o definir al menos un elemento potenciador de transferencia de calor, tal como una aleta recta, una aleta ondulada, un par de aletas compensadas, un pasador y/o un hoyuelo.

20 El sistema de gestión térmica 100 puede configurarse para cambiar la temperatura del fluido de proceso en cualquier localización apropiada a lo largo de una ruta del flujo de fluido de proceso 112. Por ejemplo, el sistema de gestión térmica 100 puede configurarse para cambiar la temperatura del fluido de proceso después de que el fluido de proceso fluya a través del elemento de SMA 120, tal como en una realización en la que el elemento de SMA 120 no se extiende dentro de la región de transferencia de calor 182. De manera adicional o alternativa, el sistema de gestión térmica 100 puede configurarse para cambiar la temperatura del fluido de proceso mientras el fluido de proceso fluye a través del elemento de SMA 120. Por ejemplo, y como se ilustra en líneas discontinuas en la figura 1, el elemento de SMA 120 puede colocarse al menos parcialmente dentro de la región de transferencia de calor 182. En una realización de este tipo, el elemento de SMA 120 puede aislar fluidamente el flujo de fluido de proceso 112 del flujo del fluido de gestión térmica 114 durante el intercambio térmico entre el flujo de fluido de proceso 112 y el flujo del fluido de gestión térmica 114. También está dentro del alcance de la presente divulgación que el sistema de gestión térmica 100 pueda configurarse para cambiar la temperatura del fluido de proceso antes de que el fluido de proceso fluya a través del elemento de SMA 120. Por ejemplo, y como se ilustra en líneas discontinuas en la figura 1, el flujo de fluido de proceso 112 puede dirigirse de tal manera que el fluido de proceso fluya a través de la región de transferencia de calor 182 antes de fluir a través de al menos una parte del elemento de SMA 120. Una configuración de este tipo puede facilitar un control más preciso de la temperatura del fluido de proceso en relación con un sistema de gestión térmica 100, por lo demás idéntico, en el que el fluido de proceso fluye a través del elemento de SMA 120 antes de fluir a través de la región de transferencia de calor 182.

40 Como se ilustra esquemáticamente además en la figura 1, el conjunto de accionador de SMA 110 puede incluir adicionalmente al menos un difusor de calor 172 en comunicación térmica con el elemento de SMA 120 de tal manera que el difusor de calor 172 esté configurado para mejorar la comunicación térmica entre el fluido de gestión térmica y el elemento de SMA 120. Por ejemplo, en una realización en la que el elemento de SMA 120 se extiende al menos parcialmente dentro de la región de transferencia de calor 182, el difusor de calor 172 puede acoplarse al elemento de SMA 120 y colocarse dentro de la región de transferencia de calor 182 de tal manera que el flujo de fluido de gestión térmica 114 esté en contacto térmico con el flujo de fluido de proceso 112 al menos parcialmente a través del difusor de calor 172. Dicho de otra manera, el difusor de calor 172 puede configurarse para facilitar una transferencia de calor entre el flujo de fluido de gestión térmica 114 y el flujo de fluido de proceso 112 mientras el fluido de proceso fluye a través del elemento de SMA 120. Una configuración de este tipo puede permitir que el sistema de gestión térmica 100 sea más pequeño y/o más eficaz en relación con un sistema de gestión térmica 100, por lo demás idéntico, y que carece del difusor de calor 172. Como ejemplos más específicos, el difusor de calor 172 puede incluir y/o ser un disipador de calor, una aleta, una aleta circular, y/o una placa. El difusor de calor 172 puede acoplarse al elemento de SMA 120 de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, el difusor de calor 172 puede acoplarse al elemento de SMA 120 de tal manera que el difusor de calor 172 permita que el elemento de SMA 120 gire alrededor del eje central 122. De manera adicional o alternativa, el conjunto de accionador de SMA 110 puede incluir una pluralidad de difusores de calor separados 172 colocados a lo largo de una longitud del elemento de SMA 120.

55 El sistema de gestión térmica 100, en general, puede configurarse de tal manera que el conjunto de accionador de SMA 110 varíe el flujo de fluido de gestión térmica 114 a través de la región de transferencia de calor 182. Por ejemplo, y como se ilustra esquemáticamente en la figura 1, el conjunto de accionador de SMA 110 puede definir una válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186 configurada para permitir selectivamente que el flujo de fluido de gestión térmica 114 entre en la región de transferencia de calor 182 y/o una válvula de salida de fluido de gestión térmica 188 configurada para permitir selectivamente que el flujo de fluido de gestión térmica 114 salga de la región de transferencia de calor 182. En una realización de este tipo, el elemento de accionamiento 160 puede configurarse para accionar selectivamente la válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186 y/o la válvula de salida de fluido de

gestión térmica 188. Más concretamente, el elemento de accionamiento 160 puede configurarse para accionar la válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186 y/o la válvula de salida de fluido de gestión térmica 188 entre una configuración completamente cerrada y una configuración completamente abierta. Por ejemplo, la configuración completamente cerrada de la válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186 y/o la válvula de salida de fluido de gestión térmica 188 puede corresponder a la posición restrictiva del elemento de accionamiento 160, y/o la configuración completamente abierta de la válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186 y/o la válvula de salida de fluido de gestión térmica 188 puede corresponder a la posición abierta del elemento de accionamiento 160. El elemento de accionamiento 160 puede configurarse además para accionar la válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186 y/o la válvula de salida de fluido de gestión térmica 188 en al menos una configuración parcialmente abierta, en una pluralidad de configuraciones parcialmente abiertas, y/o en un número infinito de configuraciones parcialmente abiertas que se están entre la configuración completamente cerrada y la configuración completamente abierta. El elemento de accionamiento 160 puede incluir y/o ser cualquier mecanismo apropiado para accionar la válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186 y/o la válvula de salida de fluido de gestión térmica 188, ejemplos del cual incluyen un engranaje, un engranaje recto, un engranaje de tornillo sin fin, una palanca y/o una leva.

La figura 2 es una ilustración esquemática en sección transversal de una parte del conjunto de accionador de SMA 110, tomada a lo largo de la línea 2-2 en la figura 1. Tal y como se ilustra esquemáticamente en las figuras 1-2, el sistema de gestión térmica 100 puede incluir un tubular de fluido de proceso 140 que define el conducto de fluido de proceso 141. El conducto de fluido de proceso 141 puede configurarse de tal manera que el fluido de proceso fluya a través del elemento de SMA 120. Más específicamente, y como se ilustra esquemáticamente en la figura 2, el conducto de fluido de proceso 141 puede extenderse entre un extremo corriente arriba 134 y un extremo corriente abajo 136 del elemento de SMA 120 de tal manera que el conducto de fluido de proceso 141 esté configurado para recibir el fluido de proceso en relación de intercambio de calor con el elemento de SMA 120. Dicho de otra manera, el conjunto de accionador de SMA 110 puede configurarse de tal manera que el flujo de fluido de proceso 112 fluya a través del conducto de fluido de proceso 141 desde el extremo corriente arriba 134 al extremo corriente abajo 136 del elemento de SMA 120.

Tal y como se ilustra esquemáticamente en la figura 2, el tubular de fluido de proceso 140 puede extenderse a través del interior del elemento de SMA 120. Por ejemplo, el tubular de fluido de proceso 140 puede extenderse dentro de un conducto de elemento de SMA 128 que está definido por el elemento de SMA 120. El tubular de fluido de proceso 140 puede ser al menos sustancialmente coaxial con el elemento de SMA 120. De manera adicional o alternativa, el elemento de SMA 120 puede encerrar al menos parcialmente el tubular de fluido de proceso 140, y/o puede definir al menos una parte del tubular de fluido de proceso 140 y/o el conducto de fluido de proceso 141. Por ejemplo, en una realización en la que el elemento de SMA 120 define al menos parcialmente el conducto de fluido de proceso 141, el conducto de elemento de SMA 128 puede incluir y/o ser un conducto de fluido de proceso 141. De acuerdo con un ejemplo más específico, en una realización en la que el tubular de fluido de proceso 140 no se extiende a través del interior del elemento de SMA 120, el fluido de proceso puede fluir a través del conducto de elemento de SMA 128 definido por el elemento de SMA 120 de tal manera que el fluido de proceso esté en contacto con el elemento de SMA 120.

Como se ilustra esquemáticamente además en la figura 2, el elemento de SMA 120 puede definir una superficie interior 124 y una superficie exterior 126. La superficie interior 124 puede definir al menos parcialmente el conducto de elemento de SMA 128, un tubular de fluido de proceso 140, y/o un conducto de fluido de proceso 141. De manera adicional o alternativa, el tubular de fluido de proceso 140 puede contactar físicamente con la superficie interior 124.

Cuando el conjunto de accionador de SMA 110 incluye un tubular de fluido de proceso 140, el conjunto de accionador de SMA 110 también puede incluir un material de transferencia térmica 150 que se extiende entre el tubular de fluido de proceso 140 y la superficie interior 124. En una realización de este tipo, el material de transferencia térmica 150 puede configurarse para mejorar la comunicación térmica o el contacto térmico, entre el tubular de fluido de proceso 140 y el elemento de SMA 120. Como ejemplos, el material de transferencia térmica 150 puede incluir y/o ser un líquido, un fluido térmicamente conductor, un fluido de transferencia de calor, un material de embalaje, una grasa, una grasa térmica, una estructura sólida, un material elástico y/o un material compresible.

Como se ilustra esquemáticamente además en la figura 2, el conjunto de accionador de SMA 110 puede incluir adicionalmente una capa de aislamiento 170 que rodea al menos sustancialmente al elemento de SMA 120 y que está configurada para restringir la comunicación térmica entre el elemento de SMA 120 y una capa de aislamiento exterior 170 del entorno ambiental. Por ejemplo, en una realización en la que el elemento de SMA 120 no se extiende dentro de la región de transferencia de calor 182, puede ser deseable que la temperatura del fluido de proceso dentro del elemento de SMA 120 no se vea afectada sustancialmente por la temperatura del ambiente exterior del elemento de SMA 120 exterior. De manera adicional o alternativa, puede ser deseable que el elemento de SMA 120 esté a la misma temperatura, o al menos sustancialmente a la misma temperatura, como el fluido de proceso, tal como para facilitar el elemento de SMA 120 adoptando una conformación en respuesta a la temperatura del fluido de proceso. Por lo tanto, la capa de aislamiento 170 puede facilitar que el elemento de SMA 120 permanezca a la misma temperatura, o al menos sustancialmente a la misma temperatura, como el fluido de proceso que fluye dentro del elemento de SMA 120.

La figura 3 es una ilustración menos esquemática de una parte del sistema de gestión térmica 100. Como se ilustra esquemáticamente en la figura 1, y como se ilustra menos esquemáticamente en la figura 3, el sistema de gestión térmica 100 puede incluir una estructura de soporte 102 en la que está montado el elemento de SMA 120. Más específicamente, y como se ilustra en la figura 3, el elemento de SMA 120 puede montarse a la estructura de soporte 102 mediante al menos un acoplamiento fijo 104 configurado para restringir que una región montada 105 del elemento de SMA 120 rote con respecto a la estructura de soporte 102. Por ejemplo, el acoplamiento fijo 104 puede estar acoplado estáticamente a la estructura de soporte 102 (tal como a través de un perno y/u otro elemento de sujeción mecánico) y puede estar acoplado estáticamente al elemento de SMA 120 (tal como por un adhesivo o soldadura) de tal manera que la región montada 105 del acoplamiento fijo proximal 104 del elemento de SMA 120 está restringida de rotar con respecto a la estructura de soporte 102. De manera adicional o alternativa, y como se ilustra adicionalmente en la figura 3, el elemento de SMA 120 puede montarse en la estructura de soporte 102 mediante al menos un acoplamiento de cojinete 106 configurado para permitir que una región soportada 107 del elemento de SMA 120 rote con respecto a la estructura de soporte 102.

La figura 3 ilustra adicionalmente un ejemplo del elemento de SMA 120 que gira alrededor del eje central 122. Más específicamente, y como se ilustra en la figura 3, el elemento de SMA 120 puede configurarse para girar alrededor del eje central 122 de tal manera que el elemento de accionamiento 160 rote alrededor del eje central 122 en una primera dirección de torsión 130 en respuesta al aumento o a que está aumentando la temperatura del elemento de SMA 120. El conjunto de accionador de SMA 110 puede configurarse además de tal manera que el elemento de accionamiento 160 rote alrededor del eje central 122 en una segunda dirección de torsión 132 que es opuesta a la primera dirección de torsión 130 en respuesta a la disminución o a que está disminuyendo la temperatura del elemento de SMA 120.

Tal y como se ilustra en la figura 3, el elemento de accionamiento 160 puede ser un primer elemento de accionamiento 160, y el conjunto de accionador de SMA 110 puede incluir además un segundo elemento de accionamiento 260. Por ejemplo, en la realización de la figura 3, el primer elemento de accionamiento 160 tiene la forma de una palanca, y el segundo elemento de accionamiento 260 tiene la forma de un engranaje. No obstante, esto no se requiere para todos los conjuntos de accionador de SMA 110, y además está dentro del alcance de la presente divulgación que el primer elemento de accionamiento 160 y el segundo elemento de accionamiento 260 puedan incluir y/o ser cualquier mecanismo apropiado, y pueden ser el mismo mecanismo o diferentes mecanismos. Como ejemplos adicionales, en una realización del sistema de gestión térmica 100 que incluye el primer elemento de accionamiento 160 y el segundo elemento de accionamiento 260, cada uno del primer elemento de accionamiento 160 y el segundo elemento de accionamiento 260 puede incluir y/o ser un engranaje, un engranaje recto, un engranaje de tornillo sin fin, una palanca y/o una leva. En una realización del sistema de gestión térmica 100 que incluye el primer elemento de accionamiento 160 y el segundo elemento de accionamiento 260, el primer elemento de accionamiento 160 puede configurarse para accionar la válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186, y el segundo elemento de accionamiento 260 puede configurarse para accionar la válvula de salida de fluido de gestión térmica 188, como se ilustra en la figura 1.

Aun haciendo referencia a la figura 3, el primer elemento de accionamiento 160 puede configurarse para rotar alrededor del eje central 122 a través de un primer ángulo de accionamiento 162 en una primera dirección de accionamiento 164 en respuesta al aumento de temperatura del elemento de SMA 120. De manera similar, como se ilustra adicionalmente en la figura 3, el segundo elemento de accionamiento 260 puede configurarse para rotar alrededor del eje central 122 a través de un segundo ángulo de accionamiento 262 en una segunda dirección de accionamiento 264 en respuesta al aumento de temperatura del elemento de SMA 120. En función de la construcción del conjunto de accionador de SMA 110 y/o del elemento de SMA 120, la primera dirección de accionamiento 164 puede ser la misma que la segunda dirección de accionamiento 264, o puede ser opuesta a la segunda dirección de accionamiento 264. Por ejemplo, y como se ilustra en la figura 3, el sistema de gestión térmica 100 puede incluir un acoplamiento fijo 104 colocado entre el primer elemento de accionamiento 160 y el segundo elemento de accionamiento 260 de tal manera que la primera dirección de accionamiento 164 y la segunda dirección de accionamiento 264 sean opuestas entre sí.

Por lo demás, el conjunto de accionador de SMA 110 puede configurarse de tal manera que el primer ángulo de accionamiento 162 y el segundo ángulo de accionamiento 262 sean al menos sustancialmente iguales o puedan configurarse de tal manera que el primer ángulo de accionamiento 162 sea diferente del segundo ángulo de accionamiento 262. Por ejemplo, en una realización del sistema de gestión térmica 100 que incluye un acoplamiento fijo 104, una magnitud del primer ángulo de accionamiento 162 puede ser proporcional a una distancia 166 del primer elemento de accionamiento entre el acoplamiento fijo 104 y el primer elemento de accionamiento 160. De manera similar, una magnitud del segundo ángulo de accionamiento 262 puede ser proporcional a una distancia 266 del segundo elemento de accionamiento entre el acoplamiento fijo 104 y el segundo elemento de accionamiento 260. Por lo tanto, el primer ángulo de accionamiento 162 y el segundo ángulo de accionamiento 262 pueden ser al menos sustancialmente iguales cuando la distancia 166 del primer elemento de accionamiento y la distancia 266 del segundo elemento de accionamiento sean al menos sustancialmente iguales. De esta manera, las magnitudes absolutas y/o relativas de cada uno del primer ángulo de accionamiento 162 y el segundo ángulo de accionamiento 262 pueden seleccionarse y/o determinarse al menos parcialmente por la distancia 166 del primer elemento de accionamiento y/o por la distancia 266 del segundo elemento de accionamiento.

La figura 4 ilustra esquemáticamente otro ejemplo de una parte del sistema de gestión térmica 100 que incluye el acoplamiento fijo 104. Específicamente, en la realización de la figura 4, el elemento de SMA 120 está acoplado a la estructura de soporte 102 por un par de acoplamientos fijos 104 colocados en los extremos opuestos del elemento de SMA 120. La figura 4 ilustra adicionalmente el conjunto de accionador de SMA 110 con el elemento de accionamiento 160 colocado entre cada uno de los pares de acoplamientos fijos 104. En una realización de este tipo, el elemento de SMA 120 puede configurarse para que gire en la primera dirección de torsión 130 entre cada uno del par de acoplamientos fijos 104 (tal como en respuesta al aumento de temperatura del elemento de SMA 120) de tal manera que el elemento de accionamiento 160 también rote en la primera dirección de torsión 130.

La figura 4 ilustra adicionalmente de manera esquemática un ejemplo del sistema de gestión térmica 100 en el que el tubular de fluido de proceso 140 no se extiende a través del elemento de SMA 120. En una realización de este tipo, el tubular de fluido de proceso 140 puede estar acoplado al elemento de SMA 120 de tal manera que el flujo de fluido de proceso 112 fluya a través del tubular de fluido de proceso 140 y del elemento de SMA 120 secuencialmente. Como ejemplo, y como se ilustra esquemáticamente en la figura 4, el tubular de fluido de proceso 140 puede incluir una salida de fluido de proceso 144 que está acoplada de manera fluida al extremo corriente arriba 134 del elemento de SMA 120 y/o una entrada de fluido de proceso 142 que está acoplada de manera fluida al extremo corriente abajo 136 del elemento de SMA 120. De manera adicional o alternativa, la salida de fluido de proceso 144 puede estar acoplada mecánicamente al extremo corriente arriba 134 del elemento de SMA 120, y/o la entrada de fluido de proceso 152 puede estar acoplada mecánicamente al extremo corriente abajo 136 del elemento de SMA 120. Más específicamente, y como se ilustra esquemáticamente en la figura 4, el tubular de fluido de proceso 140 puede estar acoplado de manera fluida y/o mecánica a al menos una región montada 105 del elemento de SMA 120. Dicho de otra manera, una configuración en la que el extremo corriente arriba 134 y el extremo corriente abajo 136 del elemento de SMA 120 están montados cada uno a una estructura de soporte 102 con los respectivos acoplamientos fijos 104 puede permitir que el tubular de fluido de proceso 140 se acople mecánicamente a cada uno de los extremos corriente arriba 134 y corriente abajo 136 sin un extremo corriente arriba 134 y/o un extremo corriente abajo 136 girando con respecto al tubular de fluido de proceso 140. En una realización de este tipo, el tubular de fluido de proceso 140 puede describirse como que incluye una pluralidad de segmentos separados, de tal manera que el tubular de fluido de proceso 140 y el elemento de SMA 120 definen colectivamente el conducto de fluido de proceso 141.

La figura 5 ilustra esquemáticamente una realización del sistema de gestión térmica 100 que incluye una pluralidad de conjuntos de accionador de SMA 110. Por ejemplo, y como se ilustra esquemáticamente en la figura 5, el conjunto de accionador de SMA 110 puede ser un primer conjunto de accionador de SMA 110 con un primer elemento de SMA 120, y el sistema de gestión térmica 100 puede incluir además un segundo conjunto de accionador de SMA 210 con un segundo elemento de SMA 220. Como se ilustra esquemática y adicionalmente en la figura 5, el elemento de accionamiento 160 del primer conjunto de accionador de SMA 110 puede ser un primer elemento de accionamiento 160, y el segundo conjunto de accionador de SMA 210 puede incluir un segundo elemento de accionamiento 261. En el ejemplo de la figura 5, el primer elemento de accionamiento 160 está configurado para accionar selectivamente una primera válvula de salida de fluido de gestión térmica 188 asociada con un primer flujo de fluido de gestión térmica 114, y el segundo elemento de accionamiento 261 está configurado para accionar selectivamente una segunda válvula de salida de fluido de gestión térmica 288 asociada con un segundo flujo de fluido de gestión térmica 214. Más concretamente, en el ejemplo de la figura 5, el primer flujo de fluido de gestión térmica 114 fluye a través de una primera región de transferencia de calor 182 de un primer intercambiador de calor 180, y el segundo flujo de fluido de gestión térmica 214 fluye a través de una segunda región de transferencia de calor 282 de un segundo intercambiador de calor 280.

En una realización del sistema de gestión térmica 100 que incluye el primer conjunto de accionador de SMA 110 y el segundo conjunto de accionador de SMA 210, el sistema de gestión térmica 100 puede configurarse para cambiar la temperatura del fluido de proceso en cualquier localización apropiada a lo largo del flujo de fluido de proceso 112. Por ejemplo, el sistema de gestión térmica 100 puede configurarse para cambiar la temperatura del fluido de proceso dentro de la primera región de transferencia de calor 182 antes de que el fluido de proceso fluya a través del segundo elemento de SMA 220. En una realización de este tipo, la transferencia térmica entre el flujo de fluido de proceso 112 y el flujo de fluido de gestión térmica 114 dentro de la primera región de transferencia de calor 182 puede describirse como una etapa de transferencia térmica inicial, y la transferencia térmica entre el flujo de fluido de proceso 112 y el flujo de fluido de gestión térmica 114 dentro de la segunda región de transferencia de calor 282 puede describirse como una etapa de transferencia térmica suplementaria. La etapa de transferencia térmica suplementaria puede corresponder a un cambio de temperatura del fluido de proceso que es menor que un cambio de temperatura del fluido de proceso en la etapa de transferencia térmica inicial. Tal configuración, en la que la etapa de transferencia térmica inicial y la etapa de transferencia térmica suplementaria se producen secuencialmente, puede servir para reducir una cantidad de fluido de gestión térmica que se necesita para producir un cambio de temperatura dado en el fluido de proceso en relación con un sistema de gestión térmica 100, por lo demás idéntico, que incluye solo un único conjunto de accionador de SMA 110 y un único intercambiador de calor 180. Dicha configuración también puede facilitar la protección del fluido de proceso de sobreenfriarse o sobrecalentarse en relación con una temperatura de control deseada del fluido de proceso. De manera adicional o alternativa, el sistema de gestión térmica 100 puede configurarse para cambiar la temperatura del fluido de proceso dentro de la primera región de transferencia de calor 182 mientras el fluido de proceso fluye a través del segundo elemento de SMA 220. Por ejemplo, y como se ilustra

esquemáticamente en líneas discontinuas en la figura 5, el segundo elemento de SMA 220 puede extenderse, al menos parcialmente, dentro de la primera región de transferencia de calor 182 de tal manera que el flujo de fluido de proceso 112 dentro del segundo elemento de SMA 220 esté en comunicación térmica con el flujo de fluido de gestión térmica 114 a través de la primera región de transferencia de calor 182. También está dentro del alcance de la presente divulgación que el sistema de gestión térmica 100 pueda configurarse para cambiar la temperatura del fluido de proceso dentro de la primera región de transferencia de calor 182 después de que el fluido de proceso fluya a través del segundo elemento de SMA 220. Por ejemplo, y como se ilustra en líneas discontinuas en la figura 5, el flujo de fluido de proceso 112 puede dirigirse de tal manera que el fluido de proceso fluya a través de al menos una parte del segundo elemento de SMA 220 antes de fluir a través de la primera región de transferencia de calor 182.

La figura 6 ilustra un ejemplo del sistema de gestión térmica 100 que incluye el elemento de SMA 120 colocado dentro de la región de transferencia de calor 182. En el ejemplo de la figura 6, el conjunto de accionador de SMA 110 incluye el elemento de accionamiento 160 en forma de una palanca que hace pivotar selectivamente la válvula de salida de fluido de gestión térmica 188 entre la configuración completamente cerrada (ilustrada en líneas continuas) y la configuración completamente abierta (ilustrada en líneas discontinuas). Tal y como se ilustra adicionalmente en la figura 6, el sistema de gestión térmica 100 puede incluir adicionalmente un núcleo de intercambio de calor complementario 190 colocado dentro de la región de transferencia de calor 182 de tal manera que al menos una parte del flujo de fluido de proceso 112 fluya a través del núcleo de intercambio de calor complementario 190 (como se ilustra esquemáticamente en la figura 1). Por ejemplo, y como se ilustra en la figura 6, el núcleo de intercambio de calor complementario 190 puede incluir una pluralidad de conductos de fluido de proceso 141. De acuerdo con un ejemplo más específico, el núcleo de intercambio de calor complementario 190 puede incluir y/o ser un núcleo de intercambio de calor aire-aceite. Tal y como se ilustra en la figura 6, el elemento de SMA 120 puede colocarse corriente abajo del núcleo de intercambio de calor complementario 190 con respecto al flujo de fluido de gestión térmica 114. No obstante, esto no es necesario para todos los sistemas de gestión térmica 100, y además está dentro del alcance de la presente divulgación que el elemento de SMA 120 pueda colocarse corriente arriba del núcleo de intercambio de calor complementario 190 con respecto al flujo de fluido de gestión térmica 114 o en paralelo con el núcleo de intercambio de calor complementario 190 con respecto al flujo de fluido de gestión térmica 114.

En una realización del sistema de gestión térmica 100 que incluye el núcleo de intercambio de calor complementario 190, el fluido de proceso puede fluir a través del núcleo de intercambio de calor complementario 190 y el elemento de SMA 120 en cualquier secuencia apropiada. Por ejemplo, el sistema de gestión térmica 100 puede configurarse de tal manera que el fluido de proceso que sale del núcleo de intercambio de calor complementario 190 se combine con el fluido de proceso que sale del elemento de SMA 120. De manera adicional o alternativa, el sistema de gestión térmica 100 puede configurarse de tal manera que el fluido de proceso fluya secuencialmente a través del núcleo de intercambio de calor complementario 190 y del elemento de SMA 120.

La figura 7 ilustra otro ejemplo del sistema de gestión térmica 100 que incluye una pluralidad de conjuntos de accionador de SMA 110. Más concretamente, en el ejemplo de la figura 7, el sistema de gestión térmica 100 incluye el primer conjunto de accionador de SMA 110 colocado dentro de la primera región de transferencia de calor 182 e incluye el segundo conjunto de accionador de SMA 210 colocado dentro de la segunda región de transferencia de calor 282. Mientras que la figura 7 ilustra un ejemplo del sistema de gestión térmica 100 que incluye dos conjuntos de accionador de SMA 110, esto no se requiere para todos los sistemas de gestión térmica 100, y además está dentro del alcance de la presente divulgación que el sistema de gestión térmica 100 puede incluir al menos 2 conjuntos de accionador de SMA 110, al menos 5 conjuntos de accionador de SMA 110, al menos 10 conjuntos de accionador de SMA 110, al menos 20 conjuntos de accionador de SMA 110, al menos 50 conjuntos de accionador de SMA 110, y como máximo 100 conjuntos de accionador de SMA 110.

Tal y como se ilustra en la figura 7, el conjunto de accionador de SMA 110 incluye una primera válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186 y una primera válvula de salida de fluido de gestión térmica 188 que están acopladas al primer elemento de SMA 120. Por lo tanto, cuando el primer elemento de SMA 120 gira alrededor de un primer eje central 122 del mismo, cada una de la primera válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186 y la primera válvula de salida de fluido de gestión térmica 188 rota alrededor del primer eje central 122 para hacer que se realice la transición entre la configuración completamente cerrada (ilustrada en líneas continuas en la figura 7) y la configuración completamente abierta (ilustrada en líneas discontinuas en la figura 7). De esta manera, el giro del primer elemento de SMA 120 permite selectivamente que el primer flujo de fluido de gestión térmica 114 fluya a través de la primera región de transferencia de calor 182 en relación de intercambio de calor con el primer elemento de SMA 120. De manera similar, el segundo conjunto de accionador de SMA 210 incluye una segunda válvula de entrada de fluido de gestión térmica 286 y una segunda válvula de salida de fluido de gestión térmica 288 que están acopladas al segundo elemento de SMA 220. Por lo tanto, cuando el segundo elemento de SMA 220 gira alrededor de un segundo eje central 222 del mismo, cada una de la segunda válvula de entrada de fluido de gestión térmica 286 y la segunda válvula de salida de fluido de gestión térmica 288 rota alrededor del segundo eje central 222 para hacer que se realice la transición entre la configuración completamente cerrada (ilustrada en líneas continuas en la figura 7) y la configuración completamente abierta (ilustrada en líneas discontinuas en la figura 7). De esta manera, el giro del segundo elemento de SMA 220 permite selectivamente que el segundo flujo de fluido de gestión térmica 214 fluya a través de la segunda región de transferencia de calor 282 en relación de intercambio de calor con el segundo elemento de SMA 220.

La figura 7 puede describirse como que ilustra una configuración paralela del sistema de gestión térmica 100 en la que cada uno del primer flujo de fluido de gestión térmica 114 y el segundo flujo de fluido de gestión térmica 214 pueden estar sustancialmente a la misma temperatura antes de fluir a través de la primera región de transferencia de calor 182 y la segunda región de transferencia de calor 282. En tal configuración, el segundo flujo de fluido de gestión térmica 214 puede servir para regular más eficientemente la temperatura del fluido de proceso que fluye a través de la segunda región de transferencia de calor 182 en relación con una configuración en serie en la que el segundo flujo de fluido de gestión térmica 214 que fluye hacia la segunda región de transferencia de calor 282 incluye al menos una parte del primer flujo de fluido de gestión térmica 114 que fluye fuera de la primera región de transferencia de calor 182. Por consiguiente, un ejemplo del sistema de gestión térmica 100 en una configuración paralela de este tipo puede ser más pequeño y/o más eficaz que un ejemplo del sistema de gestión térmica 100 en una configuración en serie.

El elemento de SMA 120 puede tener y/o caracterizarse por una estructura cristalina del mismo. Por ejemplo, el elemento de SMA 120 puede configurarse para realizar una transición de un estado de martensita a un estado de austenita en respuesta a un aumento de temperatura del elemento de SMA 120, y puede configurarse para realizar una transición del estado de austenita al estado de martensita en respuesta a una disminución de temperatura del elemento de SMA 120. En una realización de este tipo, el elemento de SMA 120 puede estar en la primera conformación cuando el elemento de SMA 120 está en el estado de martensita, y puede estar en la segunda conformación cuando está en el estado de austenita.

Una transición dependiente de la temperatura entre el estado de austenita y el estado de martensita del elemento de SMA 120 puede tener cualquier forma apropiada. La figura 8 ilustra un ejemplo de una curva de histéresis que ilustra una relación entre la conformación del elemento de SMA 120 y la temperatura del elemento de SMA 120. Tal y como se ilustra en la figura 8, el elemento de SMA 120 puede configurarse para comenzar una transición del estado de martensita al estado de austenita cuando el elemento de SMA 120 alcanza una temperatura de calentamiento inicial (etiquetada $T_{H,I}$ en la figura 8) desde abajo (es decir, desde una temperatura que es inferior que la temperatura de calentamiento inicial). El elemento de SMA 120 puede configurarse para realizar una transición del estado de martensita al estado de austenita a medida que aumenta la temperatura del elemento de SMA 120. Específicamente, y como se ilustra en la figura 8, el elemento de SMA 120 puede configurarse para completar la transición del estado de martensita al estado de austenita al alcanzar una temperatura de calentamiento final (etiquetada $T_{H,F}$ en la figura 8) que es mayor que la temperatura de calentamiento inicial.

Tal y como se ilustra adicionalmente en la figura 8, el elemento de SMA 120 puede configurarse para comenzar una transición del estado de austenita al estado de martensita al alcanzar una temperatura de enfriamiento inicial (etiquetada $T_{C,I}$ en la figura 8) desde arriba (es decir, desde una temperatura que es mayor que la temperatura de enfriamiento inicial). El elemento de SMA 120 puede configurarse para realizar una transición del estado de austenita al estado de martensita a medida que disminuye la temperatura del elemento de SMA 120. Específicamente, y como se ilustra en la figura 8, el elemento de SMA 120 puede configurarse para completar la transición del estado de austenita al estado de martensita al alcanzar una temperatura de enfriamiento final (etiquetada $T_{C,F}$ en la figura 8) que es menor que la temperatura de enfriamiento inicial. Como se ilustra adicionalmente en la figura 8, la temperatura de calentamiento inicial puede ser mayor que la temperatura de enfriamiento final, y/o la temperatura de calentamiento final puede ser mayor que la temperatura de enfriamiento inicial.

De esta manera, y como se ilustra en la figura 8, una estructura cristalina del elemento de SMA 120 (y, por lo tanto, una posición de rotación del elemento de accionamiento 160 acoplado al elemento de SMA 120) puede depender tanto de la temperatura del elemento de SMA 120 como del historial de la temperatura del elemento de SMA 120 cuando la temperatura está entre la temperatura de enfriamiento final y la temperatura de calentamiento final. Sin embargo, y como se ilustra adicionalmente en la figura 8, el elemento de SMA 120 puede configurarse para permanecer en el estado de austenita cuando la temperatura del elemento de SMA 120 es mayor que la temperatura de calentamiento final, y/o puede configurarse para permanecer en el estado de martensita cuando la temperatura del elemento de SMA 120 es menor que la temperatura de enfriamiento final. Por consiguiente, el elemento de SMA 120 puede configurarse y/o calibrarse de tal manera que la temperatura de enfriamiento final sea superior a una temperatura operativa mínima del elemento de SMA 120, y/o que la temperatura de calentamiento final sea inferior a una temperatura operativa máxima del elemento de SMA 120. A modo de ejemplo, la temperatura operativa mínima del elemento de SMA 120 puede corresponder y/o ser al menos sustancialmente igual a una temperatura de control deseada del fluido de proceso, y/o la temperatura operativa máxima del elemento de SMA 120 puede corresponder y/o ser al menos sustancialmente igual a la temperatura máxima esperada del fluido de proceso. A modo de ejemplo adicional, la temperatura operativa mínima del elemento de SMA 120 puede corresponder y/o ser al menos sustancialmente igual a una temperatura mínima esperada del fluido de proceso, y/o la temperatura operativa máxima del elemento de SMA 120 puede corresponder y/o ser al menos sustancialmente igual a una temperatura de control deseada del fluido de proceso. Dicho de otra manera, el elemento de SMA 120 puede seleccionarse, adaptarse, entrenarse, y/o de otra manera configurarse, de tal manera que las temperaturas operativas mínimas y/o máximas del elemento de SMA 120 correspondan a las temperaturas mínimas y/o máximas esperadas y/o deseadas del fluido de proceso. Una configuración de este tipo puede facilitar una determinación precisa y/o confiable de una posición de rotación del elemento de accionamiento 160 acoplado al elemento de SMA 120 a medida que se hace que el elemento de SMA 120 realice una transición entre la temperatura operativa mínima y la temperatura operativa máxima.

5 La figura 9 es un diagrama de flujo que representa los métodos 300, de acuerdo con la presente divulgación, para regular pasivamente la temperatura de un fluido de proceso. Tal y como se muestra en la figura 9, un método 300 incluye transportar, en 310, un fluido de proceso en relación de intercambio de calor con un elemento de aleación con memoria de forma (SMA) (tal como el elemento de SMA 120) de tal manera que el fluido de proceso esté en contacto térmico con el elemento de SMA. El método 300 incluye además realizar una transición, en 320, del elemento de SMA adopta una conformación entre una pluralidad de conformaciones entre una primera conformación y una segunda conformación basada en una temperatura del fluido de proceso que está en contacto térmico con el elemento de SMA. El método 300 incluye además hacer fluir, en 340, un flujo de fluido de proceso (como el flujo de fluido de proceso 112) a través de una región de transferencia de calor (como la región de transferencia de calor 182), y hacer fluir, en 10 350, un flujo de fluido de gestión térmica (tal como el flujo de fluido de gestión térmica 114) a través de la región de transferencia de calor. El método 300 incluye adicionalmente modular, en 360, el fluido de gestión térmica que fluye a través de la región de transferencia de calor para regular la temperatura del flujo de fluido de proceso que fluye a través de la región de transferencia de calor. La modulación en 360 responde a la transición en 320.

15 La transición en 320 puede incluir realizar la transición del elemento de SMA de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, la transición en 320 puede incluir girar el elemento de SMA alrededor de un eje central (tal como el eje central 122). De manera adicional o alternativa, y como se muestra en la figura 9, la transición a 320 puede incluir hacer rotar, en 330, un elemento de accionamiento (tal como el elemento de accionamiento 160) que está acoplado al elemento de SMA alrededor del eje central. Por ejemplo, la rotación en 330 puede incluir hacer rotar el elemento de accionamiento alrededor del eje central en una primera dirección de torsión (tal como la primera dirección de torsión 20 130) en respuesta al aumento de temperatura del elemento de SMA. De manera adicional o alternativa, la rotación en 330 puede incluir rotar el elemento de accionamiento alrededor del eje central en una segunda dirección de torsión (tal como la segunda dirección de torsión 132) en respuesta a la disminución de temperatura del elemento de SMA, de tal manera que la segunda dirección de torsión es opuesta a la primera dirección de torsión.

25 La modulación en 360 puede realizarse de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, y como se muestra en la figura 9, la modulación en 360 puede incluir accionar, en 370, una válvula de entrada de fluido de gestión térmica (tal como la válvula de entrada de fluido de gestión térmica 186) y/o accionar, en 380, una válvula de salida de fluido de gestión térmica (tal como la válvula de salida de fluido de gestión térmica 188) con el elemento de accionamiento.

30 Las etapas del método 300 pueden realizarse en cualquier secuencia apropiada. Por ejemplo, el transporte en 310 puede realizarse al menos parcialmente de manera simultánea con el flujo en 340, puede realizarse antes del flujo en 340, y/o puede realizarse después del flujo en 340.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de gestión térmica (100) configurado para regular la temperatura de un fluido de proceso a través del intercambio térmico entre el fluido de proceso y un fluido de gestión térmica, comprendiendo el sistema de gestión térmica:

5 una región de transferencia de calor (182) dentro de la que se produce el intercambio térmico entre el fluido de proceso y el fluido de gestión térmica;
 un conducto de fluido de proceso (141) configurado para transportar un flujo de fluido de proceso (112) del fluido de proceso en relación de intercambio de calor con la región de transferencia de calor (182);
 un conducto de fluido de gestión térmica (184) configurado para transportar un flujo de fluido de gestión térmica (114) del fluido de gestión térmica en relación de intercambio de calor con la región de transferencia de calor (182);
 10 y
 un conjunto de accionador de aleación con memoria de forma (SMA) (110) configurado para regular selectivamente un caudal del flujo de fluido de gestión térmica (114), incluyendo el conjunto de accionador de SMA:

15 (i) un tubo de torsión de SMA (120) en contacto térmico con el flujo de fluido de proceso (112) y configurado para adoptar una conformación entre una pluralidad de conformaciones, en el que se basa la conformación del elemento de SMA, al menos en parte, a una temperatura del flujo de fluido de proceso;
 (ii) un elemento de accionamiento (160) acoplado al tubo de torsión de SMA (120), en el que el elemento de accionamiento está configurado para adoptar una posición entre una pluralidad de posiciones definidas entre una posición restrictiva, en la que el elemento de accionamiento restringe el flujo del flujo de fluido de gestión térmica (114) dentro del conducto de fluido de gestión térmica (184), y una posición abierta, en la que el elemento de accionamiento (160) permite el flujo del flujo de fluido de gestión térmica (114) dentro del conducto de fluido de gestión térmica (184), y en la que además se basa la posición del elemento de accionamiento (160), al menos en parte, en la conformación del tubo de torsión de SMA (120); **caracterizado por que:**

25 (iii) el tubo de torsión de SMA (120) está configurado para girar alrededor de un eje central (122) para hacer la transición entre la pluralidad de conformaciones; y
 (iv) el elemento de accionamiento (160) está configurado para rotar alrededor del eje central (122) en una primera dirección de torsión en respuesta al aumento de temperatura del tubo de torsión de SMA (120) y rotar alrededor del eje central (122) en una segunda dirección de torsión, que está en oposición a la primera dirección de torsión, en respuesta a la disminución de la temperatura del tubo de torsión de SMA (120).

30 2. El sistema de gestión térmica de la reivindicación 1, en el que el conducto de fluido de proceso (141) está configurado de tal manera que el fluido de proceso fluye a través del tubo de torsión de SMA (120).

3. El sistema de gestión térmica de la reivindicación 2, en el que el sistema de gestión térmica está configurado para cambiar la temperatura del fluido de proceso después de que el fluido de proceso fluya a través del tubo de torsión de SMA (120).

35 4. El sistema de gestión térmica de la reivindicación 2, en el que el sistema de gestión térmica está configurado para cambiar la temperatura del fluido de proceso mientras el fluido de proceso fluye a través del tubo de torsión de SMA (120).

40 5. El sistema de gestión térmica de la reivindicación 2, en el que el sistema de gestión térmica está configurado para cambiar la temperatura del fluido de proceso antes de que el fluido de proceso fluya a través del tubo de torsión de SMA (120).

6. El sistema de gestión térmica de la reivindicación 1, en el que el conjunto de accionador de SMA (110) define al menos una de:

45 (i) una válvula de entrada de fluido de gestión térmica (186) configurada para permitir selectivamente que el flujo de fluido de gestión térmica (114) entre en la región de transferencia de calor (182); y
 (ii) una válvula de salida de fluido de gestión térmica (188) configurada para permitir selectivamente que el flujo de fluido de gestión térmica (114) salga de la región de transferencia de calor (182); y

en el que el elemento de accionamiento (160) está configurado para accionar selectivamente la al menos una de la válvula de entrada de fluido de gestión térmica (186) y la válvula de salida de fluido de gestión térmica (188).

50 7. El sistema de gestión térmica de la reivindicación 6, en el que el elemento de accionamiento (160) está configurado para accionar selectivamente la al menos una de la válvula de entrada de fluido de gestión térmica (186) y la válvula de salida de fluido de gestión térmica (188) entre una configuración completamente cerrada y una configuración completamente abierta, y en el que el elemento de accionamiento (160) está configurado además para accionar

selectivamente la al menos una de la válvula de entrada de fluido de gestión térmica (186) y la válvula de salida de fluido de gestión térmica (188) en al menos una configuración parcialmente abierta que está entre la configuración completamente cerrada y la configuración completamente abierta.

5 8. El sistema de gestión térmica de la reivindicación 1, en el que el elemento de accionamiento (160) es un primer elemento de accionamiento (160) configurado para rotar alrededor de un eje central (122) a través de un primer ángulo de accionamiento (162) en una primera dirección de accionamiento (164) en respuesta al aumento de temperatura del elemento de SMA, y en el que el conjunto de accionador de SMA (110) incluye además un segundo elemento de accionamiento (260) configurado para rotar alrededor del eje central (122) a través de un segundo ángulo de accionamiento (262) en una segunda dirección de accionamiento (264) en respuesta al aumento de temperatura del tubo de torsión de SMA (120).
10

9. Un método para regular pasivamente la temperatura de un fluido de proceso a través del intercambio térmico entre el fluido de proceso y un fluido de gestión térmica, comprendiendo el método:

15 transportar un flujo de fluido de proceso (112) del fluido de proceso en relación de intercambio de calor con un tubo de torsión de aleación con memoria de forma (SMA) (120) configurado para girar alrededor de un eje central (122);
hacer que el tubo de torsión de SMA (120) realice una transición, basándose en una temperatura del flujo de fluido de proceso (112), para adoptar una conformación entre una pluralidad de conformaciones;
hacer fluir el flujo de fluido de proceso (112) a través de una región de transferencia de calor (182);
hacer fluir un flujo de fluido de gestión térmica (114) del fluido de gestión térmica a través de la región de transferencia de calor (182); y
20 modular un caudal del flujo de fluido de gestión térmica (114) a través de la región de transferencia de calor (182) para regular la temperatura del flujo de fluido de proceso (112), **caracterizado por que** la modulación responde a la transición, por lo que la modulación incluye hacer rotar un elemento de accionamiento (160) que está acoplado al tubo de torsión de SMA (120).

25 10. El método de la reivindicación 9, en el que la modulación incluye accionar al menos una de una válvula de entrada de fluido de gestión térmica (186) y una válvula de salida de fluido de gestión térmica (188) con el elemento de accionamiento (160).

11. El método de la reivindicación 9, en el que el transporte del flujo de fluido de proceso (112) en relación de intercambio de calor con el tubo de torsión de SMA (120) se realiza al menos parcialmente de manera simultánea con el flujo del flujo de fluido de proceso (112) a través de la región de transferencia de calor (182).

30 12. El método de la reivindicación 9, en el que el transporte del flujo de fluido de proceso (112) en relación de intercambio de calor con el tubo de torsión de SMA (120) se realiza antes del flujo del flujo de fluido de proceso (112) a través de la región de transferencia de calor (182).

35 13. El método de la reivindicación 10, en el que el transporte del flujo del fluido de proceso (112) en relación de intercambio de calor con el tubo de torsión de SMA (120) se realiza después del flujo del flujo del fluido de proceso (112) a través de la región de transferencia de calor (182).

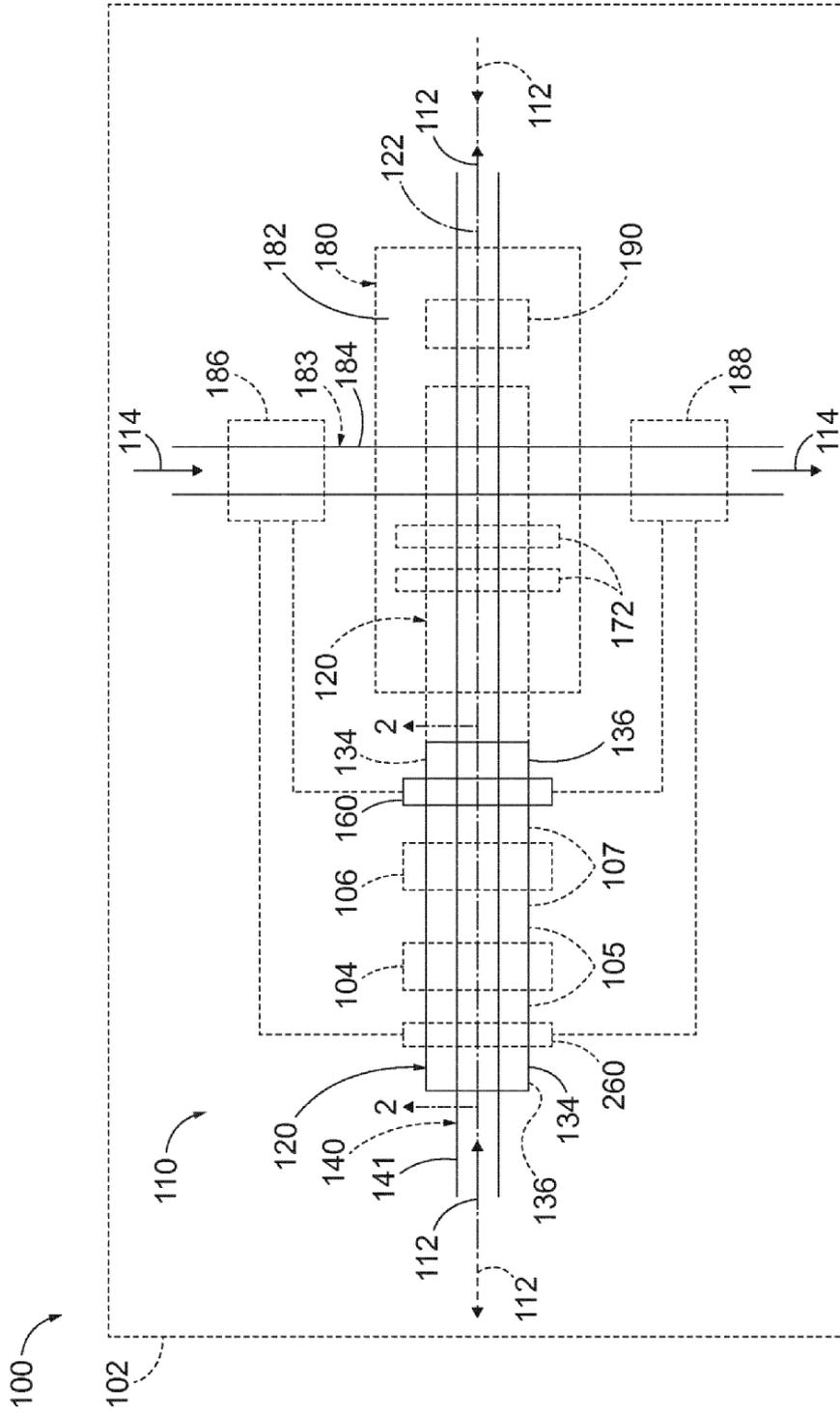


FIG. 1

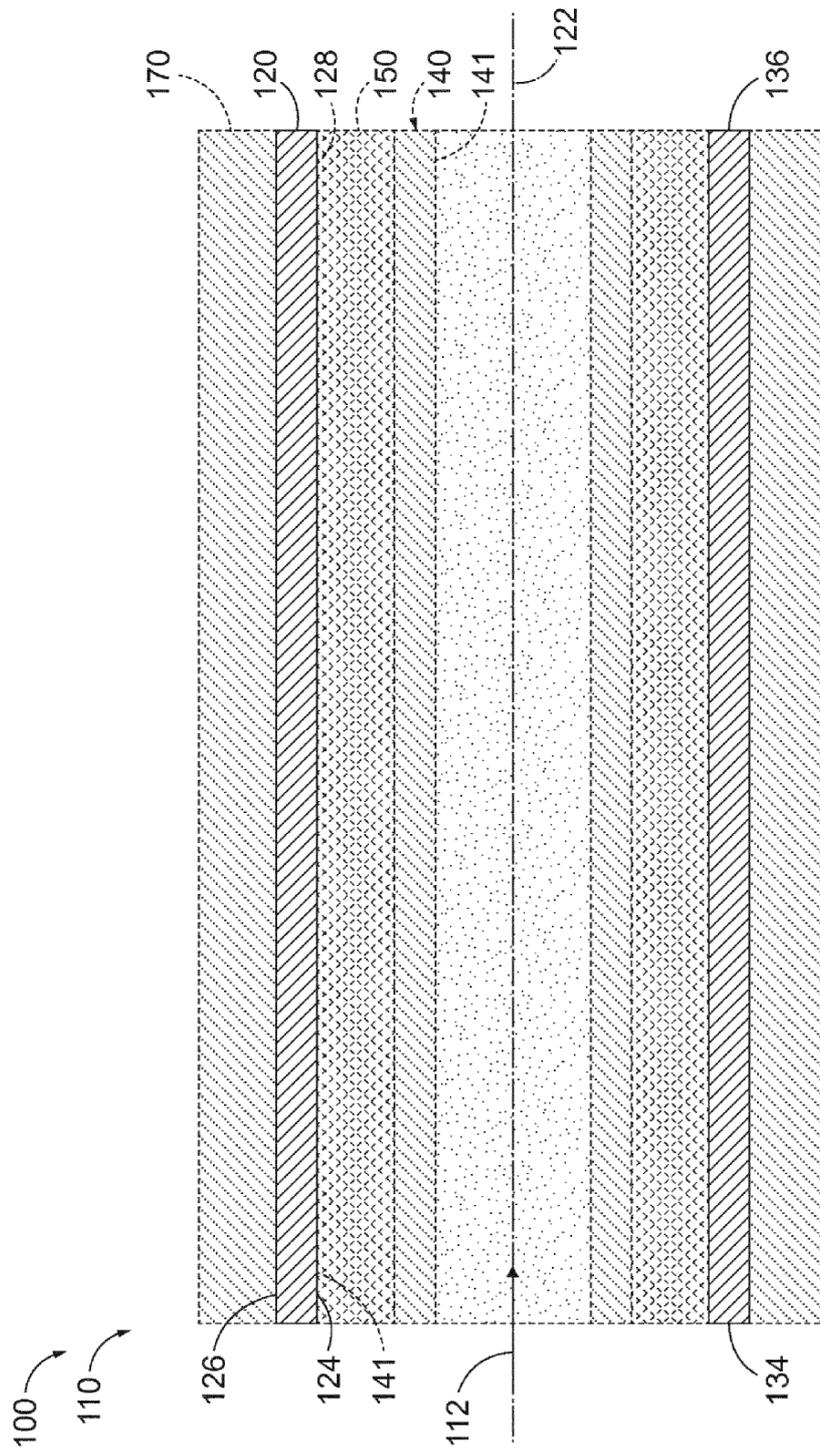


FIG. 2

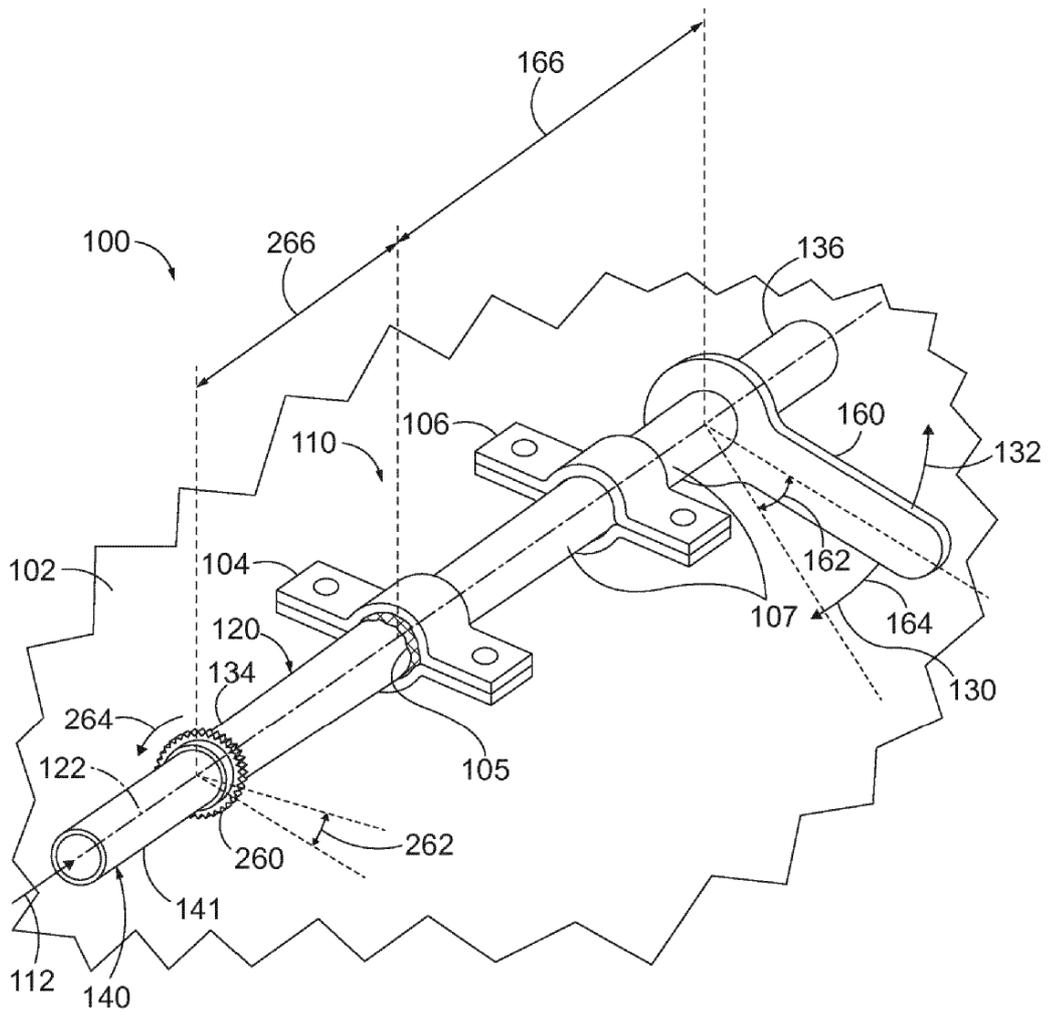


FIG. 3

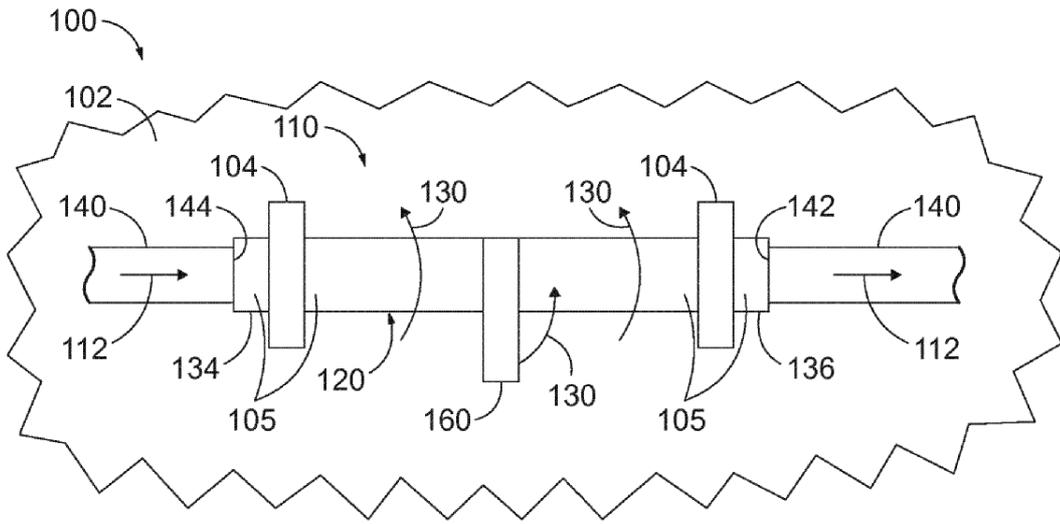


FIG. 4

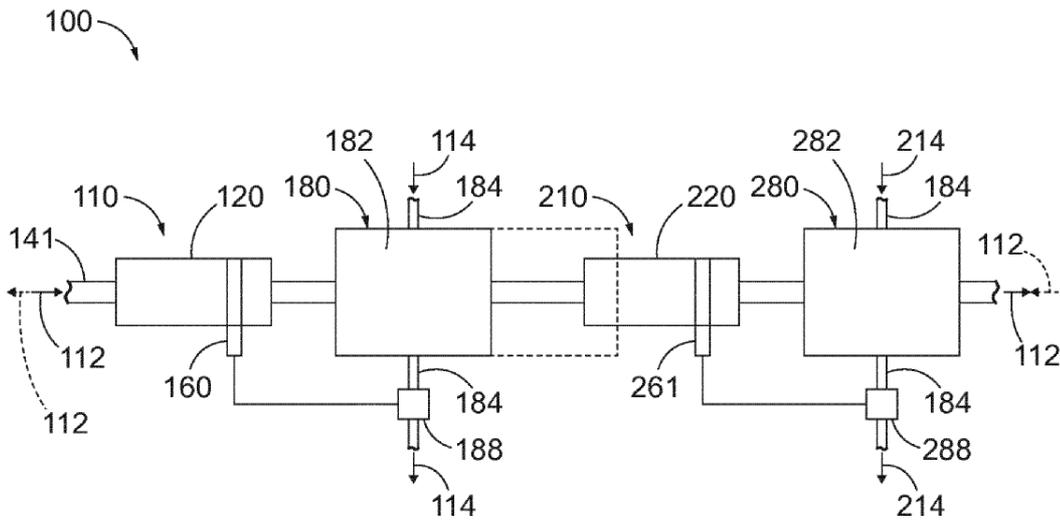


FIG. 5

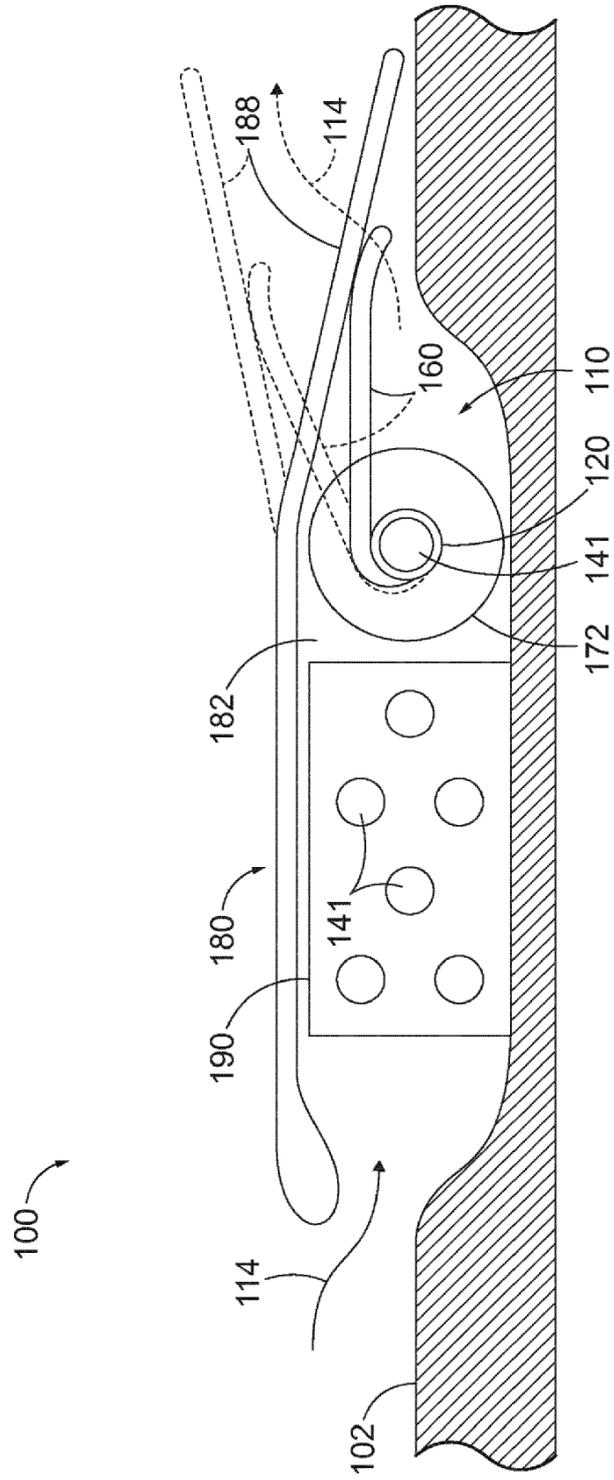


FIG. 6

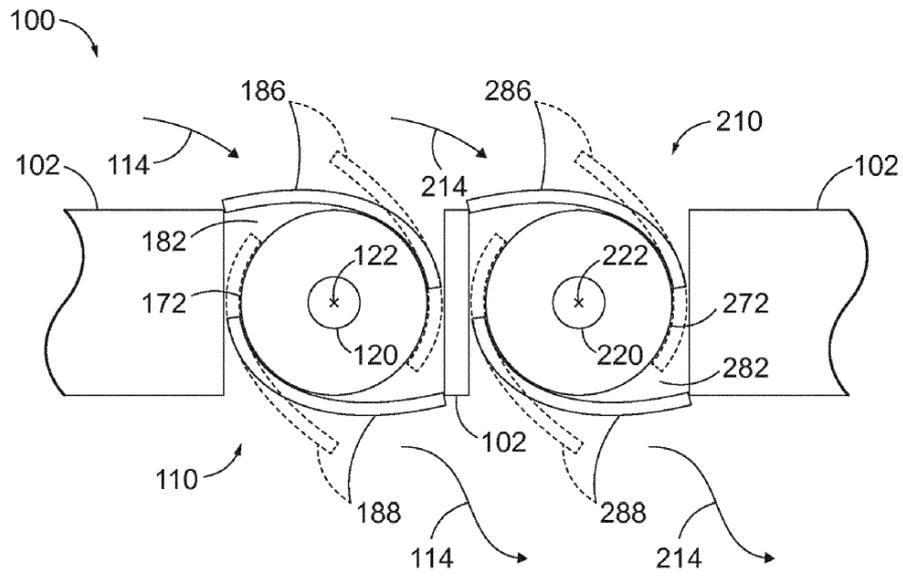


FIG. 7

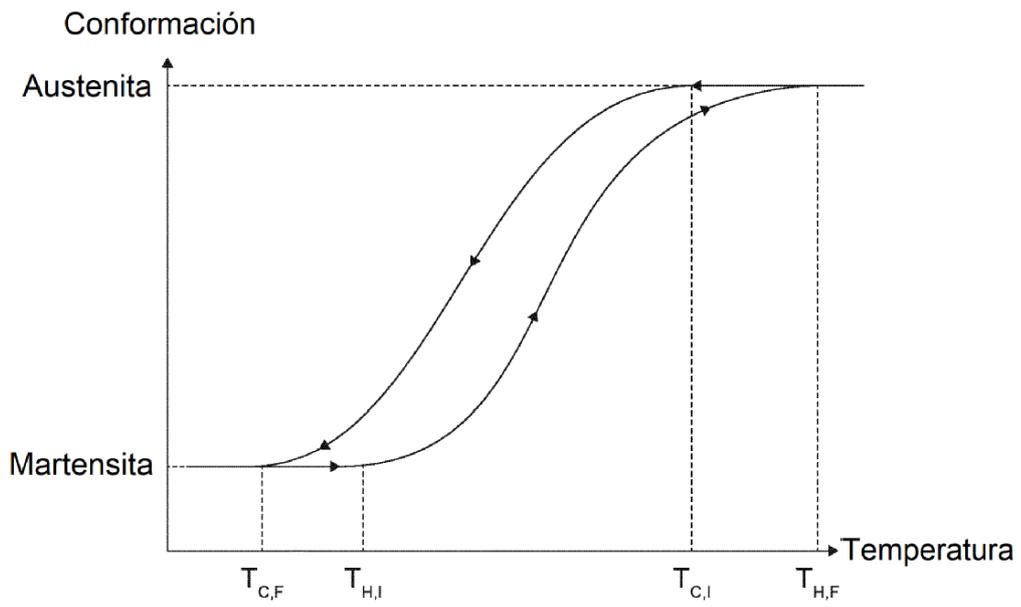


FIG. 8

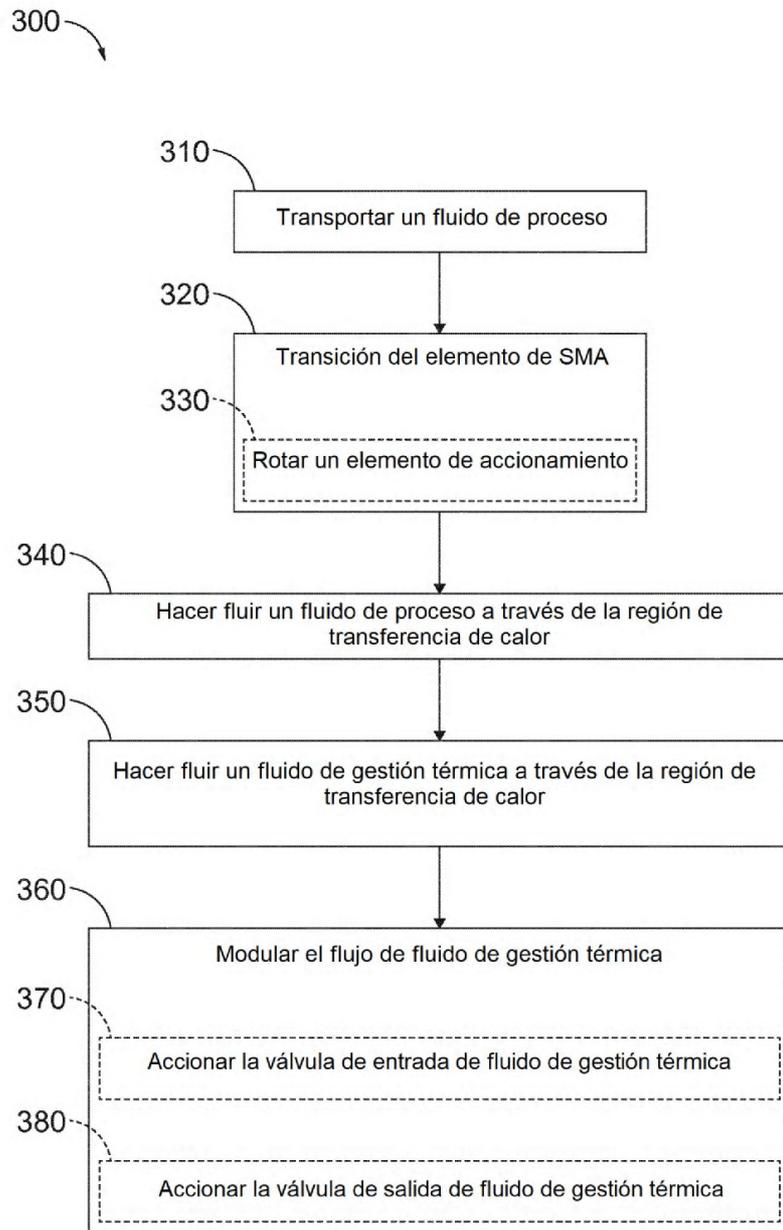


FIG. 9