

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 934 235**

51 Int. Cl.:

F27B 7/02 (2006.01)

F27D 1/00 (2006.01)

F27B 7/22 (2006.01)

C04B 7/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2020** **PCT/US2020/014576**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2020** **WO20159769**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2020** **E 20711006 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2022** **EP 3891453**

54 Título: **Ensamblaje de restricción de expansión y método relacionado**

30 Prioridad:

29.01.2019 US 201962798058 P

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

20.02.2023

73 Titular/es:

NOVELIS INC. (100.0%)
3560 Lenox Road, Suite 2000
Atlanta, GA 30326, US

72 Inventor/es:

RAUCH, EDWIN L.

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 934 235 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

Ensamblaje de restricción de expansión y método relacionado

5 REFERENCIA CRUZADA A LA SOLICITUD RELACIONADA

Esta solicitud reivindica el beneficio y la prioridad de Solicitud provisional de EE. UU. No. 62/798,058, presentada el 29 de enero de 2019, y titulada "EXPANSION CONSTRAINT ASSEMBLY AND RELATED METHODS,"

10

CAMPO

La presente divulgación se refiere a equipos de procesamiento industrial, tales como estufas rotatorias y hornos rotatorios, y más específicamente a sistemas y métodos para reforzar dichos hornos rotatorios y estufas rotatorias.

15

ANTECEDENTES

Las estufas rotatorias y los hornos rotatorios se pueden utilizar en una variedad de contextos para procesar metal y/o otro material. En un ejemplo típico, la chatarra se deposita en un extremo del horno, donde se calienta para eliminar el material extraño de la superficie del metal. Luego, el metal limpio resultante se saca del extremo opuesto del horno para su posterior procesamiento.

20

En muchos escenarios, un horno o estufa incluye un cilindro de proceso giratorio, en lo sucesivo denominado "cilindro de horno". El cilindro del horno es susceptible de expansión asimétrica debido al calentamiento localizado del cilindro. Esta expansión puede hacer que el cilindro del horno se deforme e impida que el cilindro gire correctamente. Tradicionalmente, se fija un anillo de refuerzo al exterior del cilindro para evitar dicha expansión asimétrica. Tal anillo normalmente intercambiará calor con el entorno local y, por lo tanto, estará sujeto a una temperatura diferente (y, por lo tanto, potencialmente a una cantidad diferente de expansión térmica) que el cilindro que el anillo pretende restringir. Sin embargo, si el anillo está diseñado y/o dimensionado para encajar con precisión en el cilindro antes de que ocurra el calentamiento, la expansión resultante puede romper el anillo, causando daños al cilindro y requiriendo que se reemplace el anillo. Por el contrario, si el anillo está diseñado y/o dimensionado para encajar en el cilindro del horno después de que ocurra el calentamiento esperado, estará flojo o demasiado ajustado cuando el horno funcione a una temperatura fuera del punto de diseño. Un anillo suelto tenderá a descansar sobre el cilindro del horno y puede desgastar un canal en el cilindro del horno, lo que puede hacer necesario reparar o reemplazar el cilindro del horno. Un anillo demasiado apretado puede provocar una deformación no planificada o la rotura del anillo o del cilindro del horno.

25

30

35

Documento de patente chino no. CN 108 007 187 A describe un ensamblaje de restricción de expansión de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1. Documentos de patente US 3 918 893 A, WO 2014/194567 A1 y US 4 087 334 A también divulgan un ensamblaje de restricción de expansión para un sistema de horno rotatorio.

40

SUMARIO

Con el término realización y términos similares se pretende hacer referencia en general a todo el objeto de esta divulgación y a las reivindicaciones a continuación. Las realizaciones de la presente divulgación cubiertas en el presente documento se definen mediante las reivindicaciones a continuación, y no mediante este sumario. Este resumen es una descripción general de alto nivel de diversos aspectos de la divulgación e introduce algunos de los conceptos que se describen con más detalle en la sección Descripción detallada a continuación. Este resumen no pretende identificar las características claves o esenciales del objeto reivindicado, ni se pretende que se utilice aisladamente para limitar el alcance del objeto reivindicado. El objeto debe entenderse como referencia a las porciones apropiadas de la memoria descriptiva completa de esta divulgación, a cualquiera o a todos los dibujos y a cada reivindicación.

45

50

55

Ciertos ejemplos en el presente documento abordan sistemas y métodos para reforzar hornos rotatorios y estufas rotatorias (todos denominados en lo sucesivo como hornos rotatorios) utilizados en equipos de procesamiento industrial para procesar material industrial, tal como metal u otro material. El equipo de procesamiento industrial en lo sucesivo puede referirse a cualquier equipo utilizado para procesar material industrial, tal como el metal, que se utiliza o se desarrolla para su uso en la industria. Diversos ejemplos utilizan un ensamblaje de anillo de refuerzo de descarga automática (que puede ser un ejemplo de un ensamblaje de restricción de expansión que se analiza más adelante) que se puede implementar en un sistema de horno rotatorio que también puede incluir un cilindro de horno y una fuente de calor. La fuente de calor o las reacciones térmicas dentro del material industrial que se está procesando pueden hacer que el cilindro del horno se caliente de manera desigual, provocando una disposición hacia la expansión asimétrica que luego puede hacer que el cilindro del horno se deforme si no se controla. Sin embargo, la disposición y los

60

65

subcomponentes del ensamblaje del anillo de refuerzo en el exterior del cilindro del horno pueden ayudar a impedir que el cilindro del horno se expanda asimétricamente, por ejemplo, restringiendo el cilindro del horno hacia una expansión simétrica.

- 5 Con el fin de resolver los problemas mencionados anteriormente en los ensamblajes de restricción de expansión del estado de la técnica, la presente invención proporciona un ensamblaje de restricción de expansión de acuerdo con el objeto de la reivindicación independiente 1.

10 El ensamblaje del anillo de refuerzo incluye un anillo exterior (estructura de restricción exterior), un anillo interno (un anillo que se analiza más adelante en el presente documento) y estructuras de soporte que se extienden entre el anillo interno y el anillo exterior en una orientación que se aleja de la dirección radial del cilindro del horno (un ángulo de desplazamiento que se analiza más adelante en el presente documento). El anillo interno puede unirse íntimamente al exterior del cilindro del horno de manera que el anillo sea isotérmico con el cilindro del horno, lo que hace que el cilindro del horno y el anillo interno se expandan proporcionalmente. Isotérmico
15 en el presente documento puede referirse a la igualdad de temperatura o temperatura constante. El calentamiento uniforme normal del cilindro del horno y el anillo interno dará como resultado que el anillo interno se expanda en relación con el anillo exterior. Cualquier calentamiento diferencial localizado y/o la expansión del aro interno puede someter a las estructuras de soporte entre los aros interno y exterior a una tensión de compresión o tracción sustancial en respuesta y transferir las fuerzas del cilindro del horno al aro exterior. La
20 transferencia de fuerzas del cilindro del horno al anillo exterior puede hacer que el anillo exterior gire, aliviando gran parte o la mayor parte de la tensión inducida térmicamente resultante. La rotación del anillo exterior puede absorber la expansión térmica uniforme normal a niveles de tensión muy bajos, pero mantener tensiones de compresión y tensión altas en las estructuras de soporte de conexión para resistir la expansión o contracción radial localizada y resistir la expansión asimétrica del cilindro del horno. Se proporciona al menos un anillo
25 dentro del anillo exterior y está dispuesto entre el anillo exterior & el anillo interno. La pluralidad de estructuras de soporte se une a través del al menos un anillo. El al menos un anillo incluye además un primer anillo & un segundo anillo, en donde el primer anillo está unido al anillo interno y el segundo anillo está unido al anillo exterior. La pluralidad de estructuras de soporte se une mediante el primer anillo y el segundo anillo.

30 En diversos ejemplos, se proporciona un sistema de horno rotatorio. El sistema puede incluir: un rotador; un sistema de calentamiento; y un cilindro de horno giratorio por el rotador. El cilindro del horno puede estar en comunicación con el sistema de calefacción para proporcionar calor al cilindro del horno. El cilindro del horno puede incluir: un eje central; una superficie exterior del cilindro del horno; y un collar. El collar puede estar alineado axialmente con el eje central y recibir al menos una porción del cilindro del horno. El cilindro del horno
35 también puede incluir un espesor de sección transversal que puede impulsarse hacia una expansión variable en una dirección radial del cilindro del horno y responder a un perfil térmico variable resultante del calor dentro del cilindro del horno proporcionado por el sistema de calefacción y/o acciones o reacciones térmicas del material industrial que se procesa. El sistema de horno rotatorio puede incluir además un ensamblaje de restricción de expansión de acuerdo con la reivindicación independiente 1, estando el ensamblaje alineado axialmente con el eje central y anclado a la superficie exterior del cilindro del horno. El ensamblaje de restricción
40 de expansión puede limitar la expansión variable del espesor de la sección transversal del cilindro del horno. El ensamblaje de restricción de expansión puede incluir una estructura limitadora exterior y una pluralidad de estructuras de soporte. Cada estructura de soporte puede extenderse entre el interior de la estructura restrictiva exterior y la superficie exterior del cilindro del horno. Cada estructura de soporte también se puede disponer en un ángulo de desplazamiento con respecto a la dirección radial de la estructura de restricción exterior. Cada
45 estructura de soporte puede anclarse además a la superficie exterior del cilindro del horno y a la estructura de contención exterior.

En diversos ejemplos, se proporciona un ensamblaje de restricción de expansión para una estructura de horno. El ensamblaje incluye una estructura restrictiva exterior, una estructura circular interna y estructuras de soporte. La estructura circular interna está dispuesta radialmente hacia adentro desde la estructura de restricción
50 externa y dentro del ensamblaje de restricción de expansión. El ensamblaje de anillo de soporte incluye además una pluralidad de estructuras de soporte, dispuestas en un ángulo de desplazamiento con respecto a la dirección radial de la estructura de restricción exterior. La pluralidad de riostras también puede extenderse entre la estructura restrictiva exterior y la estructura circular interna. La pluralidad de estructuras de soporte
55 está unidas a la estructura restrictiva exterior y a la estructura circular interna. El ensamblaje de restricción de expansión incluye además al menos un anillo dentro de la estructura restrictiva exterior y que está dispuesto entre la estructura restrictiva exterior y la estructura circular interna. La pluralidad de estructuras de soporte se une a través del al menos un anillo, en donde al menos un anillo comprende un primer anillo y un segundo
60 anillo. El primer anillo se une a la estructura circular interna y el segundo anillo se une a la estructura de restricción exterior, y la pluralidad de estructuras de soporte se unen mediante el primer anillo y el segundo anillo.

En diversos ejemplos, se proporciona un método de restricción de expansión para equipos de procesamiento industrial. El método puede incluir recibir una estructura restrictiva exterior y una pluralidad de estructuras de
65 soporte alineadas sobre una superficie exterior de una estructura circular interna. La estructura restrictiva

- exterior se puede colocar alrededor del exterior de la estructura circular interna. El método puede incluir además la resistencia a la expansión no uniforme de la estructura circular interna provocando al menos un aumento en la tensión o compresión de al menos una de la pluralidad de estructuras de soporte o la rotación de la estructura restrictiva externa alrededor de un eje central de la estructura circular interna. El método incluye además
- 5 provocar un cambio en un ángulo de desplazamiento alejándose de una dirección radial de la estructura restrictiva exterior de al menos una de la pluralidad de estructuras de soporte debido a la resistencia a la expansión no uniforme de la estructura circular interna. Se proporciona al menos un anillo dentro de la estructura restrictiva exterior, y está dispuesto entre la estructura restrictiva exterior y la estructura circular interna. Además, el método incluye unir la pluralidad de estructuras de soporte a través del al menos un anillo,
- 10 en donde proporcionar al menos un anillo comprende además proporcionar un primer anillo y un segundo anillo, unir el primer anillo a la estructura circular interna y el segundo anillo a la estructura restrictiva exterior. A continuación, el método incluye unir la pluralidad de estructuras de soporte a través del primer anillo y el segundo anillo.
- 15 Otros objetos y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y ejemplos no limitantes de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 20 La memoria descriptiva hace referencia a las siguientes figuras adjuntas, en las cuales se pretende que el uso de números de referencia similares en diferentes figuras ilustre componentes similares o análogos.
- La FIG. 1 es una vista en perspectiva de un sistema de horno rotatorio con ensamblajes de restricción de expansión de acuerdo con diversas realizaciones.
- 25 La FIG. 2 es una vista lateral del sistema de horno rotatorio de la FIG. 1 con el eje del horno inclinado por debajo de la horizontal de acuerdo con diversas realizaciones.
- La FIG. 3 es una vista lateral en sección transversal de una porción del sistema de horno rotatorio de la FIG. 2 con hojas acopladas al cilindro del horno y al collar de acuerdo con diversas realizaciones.
- 30 La FIG. 4 es una vista frontal en sección transversal que muestra los componentes que pueden incluirse en un ensamblaje de restricción de expansión que puede incorporarse al sistema de horno rotatorio de la FIG. 1 de acuerdo con diversas realizaciones.
- 35 La FIG. 5 es una vista frontal en sección transversal de una porción del ensamblaje de restricción de expansión de la FIG. 4 antes de que se haya producido la expansión de una estructura circular asociada de acuerdo con diversas realizaciones.
- 40 La FIG. 6 es una vista frontal en sección transversal de una porción del ensamblaje de restricción de expansión de la FIG. 4 después de que se haya producido la expansión de una estructura circular asociada de acuerdo con diversas realizaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 45 Como se utilizan en el presente documento, las expresiones "invención", "la invención", "esta invención" y "la presente invención" pretenden hacer referencia ampliamente a toda la materia objeto de esta solicitud de patente y a las reivindicaciones a continuación. Debe entenderse que las declaraciones que contienen estos términos no limitan la materia objeto descrita en esta invención ni limitan el significado o el alcance de las
- 50 reivindicaciones de la patente a continuación. El objeto de las realizaciones de la presente invención está limitado por el alcance de las reivindicaciones. El objeto reivindicado puede realizarse de otras formas, puede incluir elementos o etapas distintos, y puede utilizarse en conjunto con otras tecnologías existentes o futuras. No se debe interpretar que esta descripción implica un orden o disposición particular entre varias etapas o elementos excepto cuando el orden de la disposición o las etapas individuales de los elementos se describe
- 55 explícitamente. Como se utiliza en el presente documento, el significado de "un", "una" y "el/la" incluye las referencias en singular y plural, a menos que el contexto dicte claramente lo contrario.
- La FIG. 1 representa un sistema 101 de procesamiento de material con equipo de procesamiento industrial para procesar material industrial. El equipo de procesamiento industrial en el presente documento puede referirse a cualquier equipo utilizado para procesar material industrial, tal como el metal, que se utiliza o se desarrolla para su uso en la industria. El sistema 101 de procesamiento de material como se representa en la FIG. 1 incluye un cilindro 111 de horno, un collar 121, un rotador 131, un soporte 141 giratorio y un ensamblaje 151 de restricción de expansión; sin embargo, el sistema 101 de procesamiento de material puede incluir cualquier número y variedad de elementos.
- 60 El cilindro 111 de horno en la FIG. 1 se representa con una forma circular definida por una pared 122 (mostrada
- 65

en la FIG. 3). La pared 122 puede ser capaz de soportar las altas temperaturas que pueden alcanzarse cuando se procesan diferentes tipos de material industrial. La pared puede incluir, entre otros, diversos minerales, cemento, aluminio, acero, titanio u otros metales puros o aleados. Por ejemplo, la pared 122 puede incluir un material refractario adecuado. La pared 122 puede definir parcialmente una superficie 112 exterior del cilindro de horno. La pared 122 y/o la superficie 112 exterior del cilindro de horno puede corresponder o incluir una carcasa que comprenda aluminio, hierro, titanio o cualquier material adecuado para unirse al material refractario.

El término "material refractario", como se usa en el presente documento, puede incluir cualquier material que sea relativamente resistente al ataque de los metales fundidos y/o que sean capaces de retener su resistencia a las altas temperaturas contempladas para el material en uso. Dichos materiales pueden incluir, pero sin limitarse a, materiales cerámicos (sólidos inorgánicos no metálicos y vidrios resistentes al calor) y no metales. Una lista no limitativa de materiales adecuados incluye los siguientes: los óxidos de aluminio (alúmina), silicio (sílice, particularmente sílice fundida), magnesio (magnesia), calcio (cal), circonio (zirconia), boro (óxido de boro); carburos metálicos, boruros, nitruros, siliciuros, tales como carburo de silicio, en particular carburo de silicio aglomerado con nitruro ($\text{SiC/Si}_3\text{N}_4$), carburo de boro, nitruro de boro; aluminosilicatos, por ejemplo, silicato de calcio y aluminio; materiales compuestos (por ejemplo, compuestos de óxidos y no óxidos); vidrios, incluyendo vidrios mecanizables; otro material; lanas de fibras o mezclas de las mismas; carbono o grafito; y similares. Como ejemplo ilustrativo, en algunos contextos, los materiales refractarios pueden soportar temperaturas de hasta 1200 °C (por ejemplo, que pueden ser adecuados para el procesamiento de aluminio o cobre, aunque no es probable que sean de acero, que tiende a procesarse a temperaturas más altas para las que se requieren otros materiales adecuados). Sin embargo, puede haber material refractario disponible), aunque en algunos otros contextos, el material refractario adecuado para procesar aluminio y sus aleaciones puede seleccionarse para soportar temperaturas de trabajo en el intervalo inferior de 400 a 800° C.

El cilindro 111 de horno puede corresponder o incluir un tubo o cualquier otra estructura que tenga una forma adecuada para la rotación. El cilindro 111 de horno puede tener una primera porción 113, una segunda porción 115 y una porción media 117 que se extiende entre la primera porción 113 y la segunda porción 115. Las porciones pueden corresponder a cilindros más cortos conectados para formar el cilindro 111 de horno y pueden designarse mediante líneas en el exterior del cilindro 111 de horno, o pueden no tener una designación formal. La primera porción 113 puede corresponder al extremo de descarga de material del cilindro 111 de horno y la segunda porción 115 puede corresponder al extremo de alimentación del material del cilindro 111 de horno. El medio de calentamiento se puede aplicar al cilindro del horno en dirección paralela o contracorriente con respecto al flujo de material. El cilindro 111 de horno puede estar definido por ciertas dimensiones tales como una longitud, una circunferencia y un radio. El cilindro 111 de horno puede tener cualquier longitud adecuada, tal como entre 10 y 200 metros, cualquier circunferencia adecuada, tal como entre 3 y 20 metros, y cualquier diámetro adecuado, tal como entre 1 y 10 metros, aunque otras dimensiones diferentes individualmente o en combinación adicional o alternativamente puede ser adecuada.

El cilindro 111 de horno también puede tener al menos una abertura adecuada para aceptar metal en el interior del horno. El collar 121 se puede usar para cubrir parte o la totalidad de las aberturas en el cilindro 111 de horno. El collar 121 puede corresponder o incluir una estructura de carcasa. El collar 121 puede estar ubicado en una ubicación a lo largo del cilindro 111 de horno, incluso al extremo del cilindro 111 de horno. Alternativamente, la ubicación del collar 121 puede corresponder o no a una abertura en el cilindro 111 de horno. El collar puede ser, por ejemplo, una estructura final ubicada en el extremo del cilindro 111 de horno con una abertura redonda que coincida con la forma redonda del cilindro 111 de horno.

Además, el sistema 101 de procesamiento de material puede incluir un solo collar 121 o múltiples collares. Por ejemplo, el sistema 101 de procesamiento de material puede tener un cilindro 111 de horno con un collar 121 en ambos extremos como se representa a modo de ejemplo en la FIG. 1.

El cilindro 111 de horno puede recibir calor de cualquier sistema de calentamiento adecuado o combinación de sistemas, incluyendo, pero sin limitarse a, un quemador alimentado por gas (no ilustrado). Como se representa a modo de ejemplo en la FIG. 1, el calor (o combustible, aire, y/o otros elementos para generar y/o que transporta el calor) puede introducirse en el cilindro 111 de horno a través de un conducto 123 para el suministro (por ejemplo, conectado al collar 121), mientras que el escape puede descargarse a través de un conducto 123 para su eliminación (por ejemplo, en otro collar 121, como en un extremo opuesto del cilindro 111 de horno). Alternativamente, el suministro y la extracción pueden enrutarse a través de un solo conducto 123 (por ejemplo, a través de un tubo subdividido en conductos separados o un tubo que puede ser ciclado para cambiar entre los modos de suministro y extracción). Cualquier número de conductos 123 para suministro y/o eliminación se pueden utilizar (por ejemplo, incluyendo el suministro a través de una pluralidad de conductos y/o descargando el escape a través de una pluralidad separada de conductos), y puede estar ubicado en un solo collar 121 o en cualquier número de collares 121.

El sistema de calentamiento puede calentar el interior del cilindro 111 de horno a una temperatura adecuada para el procesamiento industrial de materiales. Por ejemplo, en un contexto de reciclaje, el interior del cilindro

111 de horno puede calentarse lo suficiente como para hacer que la pintura u otros recubrimientos se quemen y eliminen del metal para facilitar el procesamiento posterior. Reacciones exotérmicas o endotérmicas relacionadas con la eliminación de pintura y/o otras reacciones químicas pueden aumentar o reducir el calentamiento de manera impredecible y, a veces, localizada. El calentamiento puede hacer que el cilindro 111 de horno tenga un perfil de calor desigual. Por ejemplo, el cilindro 111 de horno también puede incluir un espesor 422 de sección transversal (FIG. 7) que puede ser empujado hacia una expansión variable en una dirección radial del cilindro 111 de horno y que responde a un perfil térmico variable resultante de la rotación del rotador 131 y calor proporcionado dentro del cilindro 111 de horno por el sistema de calefacción o reacciones térmicas dentro del cilindro del horno. Además, el perfil de calor desigual puede hacer que las áreas localizadas de la primera porción 113 (por ejemplo, el extremo caliente) estén más calientes que la mayor parte de la primera porción 113, o las áreas localizadas o la mayor parte de la segunda porción 115 (por ejemplo, el extremo frío) y la porción 117 media. Alternativamente, el sistema de calentamiento o las reacciones térmicas dentro del cilindro 111 de horno pueden hacer que dos porciones del cilindro 111 de horno estén más calientes que una tercera porción, o que dos o más porciones tengan la misma temperatura.

El cilindro 111 de horno puede girar mediante un rotador 131. Girar el cilindro 111 de horno puede inducir el movimiento de las piezas de material industrial que se transportan a través del cilindro 111 de horno, por ejemplo, para hacer que las piezas de material industrial caigan y expongan más áreas de superficie al calor dentro del cilindro 111 de horno y/o hacer que las piezas de material industrial progresen a lo largo del cilindro 111 de horno. El sistema 101 de procesamiento de material puede incluir un solo rotador 131, como se muestra en la FIG. 1, o rotadores múltiples, por ejemplo, ubicados en diversos puntos a lo largo del cilindro 111 de horno.

El rotador 131 se representa a modo de ejemplo en la FIG. 1 que incluye un motor 133, un engranaje 135 de cilindro, un engranaje 137 de motor y una cadena 139. Sin embargo, el rotador 131 adicional o alternativamente puede incluir cualquier otro elemento adecuado para rotar el cilindro 111 de horno. Por ejemplo, el rotador 131 puede usar imanes para rotar el cilindro 111 de horno. El motor 133 puede ser un motor de gas, un motor eléctrico o cualquier otro motor adecuado. El engranaje 135 de cilindro se puede fijar a la superficie 112 exterior del cilindro de horno y tener cualquier número de dientes adecuados. Se podría usar cualquier tipo de engranaje con una relación de transmisión que permita que el motor 133 gire con éxito el cilindro 111 de horno. La cadena 139 puede conectar el engranaje 137 de motor y el engranaje 135 de cilindro para permitir que el motor 133 haga girar el cilindro 111 de horno o el engranaje del motor y el engranaje del cilindro pueden engranar directamente entre sí.

La rotación del cilindro 111 de horno puede ser asistida por el soporte 141 giratorio. El soporte 141 giratorio puede ser una rueda, un rodillo o cualquier otra estructura utilizada para facilitar la rotación del cilindro 111 de horno al reducir la cantidad de resistencia experimentada por el cilindro 111 de horno.

El soporte 141 giratorio puede incluir una rueda 143 de rodamiento y una superficie 145 de soporte de rueda, como se muestra en la FIG. 1, o cualquier otra estructura adecuada. La rueda 143 de rodamiento puede girar sobre un rodamiento libre o puede ser impulsada para ayudar y/o reemplazar el rotador 131 proporcionando potencia de rotación. La rueda de rodamiento, por ejemplo, puede ser una rueda de goma o una rueda cuya superficie se ha cubierto con una sustancia que modifica la fricción para añadir o reducir las fuerzas de tracción. La superficie 145 de soporte de rueda puede corresponder o incluir la superficie 112 exterior del cilindro de horno o puede estar unida a la superficie 112 exterior del cilindro de horno.

El cilindro 111 de horno puede expandirse en una dirección radial en respuesta al aumento de la temperatura interna causado por el sistema de calentamiento o las reacciones térmicas dentro del cilindro del horno. El sistema de calentamiento o las reacciones térmicas dentro del cilindro del horno pueden hacer que el cilindro 111 de horno se caliente de manera desigual, provocando una disposición hacia la expansión asimétrica que luego puede hacer que el cilindro 111 de horno pierda la forma redonda si no se controla. Por ejemplo, una parte a lo largo de la circunferencia del cilindro 111 de horno puede estar relativamente más caliente y más propensa a la expansión que otra parte a lo largo de la circunferencia del cilindro 111 de horno que puede estar relativamente más fría y más propensa a una expansión menor o incluso a una contracción. El ensamblaje 151 de restricción de expansión, discutido con más detalle a continuación, puede colocarse en el exterior del cilindro 111 de horno y unirse a la superficie 112 exterior del cilindro de horno por cualquier medio adecuado, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 1. El ensamblaje 151 de restricción de expansión puede incluir, corresponder o ser reemplazado por un ensamblaje de anillo de refuerzo o un ensamblaje de estructura de restricción, tal como los descritos en otra parte en el presente documento.

La disposición y los subcomponentes del ensamblaje 151 de restricción de expansión pueden ayudar a impedir que el cilindro 111 de horno se expanda asimétricamente, por ejemplo, restringiendo el cilindro 111 de horno hacia la expansión simétrica en su lugar. En algunos ejemplos, el ensamblaje 151 de restricción de expansión puede colocarse dentro del cilindro 111 de horno y unirse a la superficie interna en lugar de a la superficie 112 exterior del cilindro de horno.

El sistema 101 de procesamiento de material puede incluir un solo ensamblaje 151 de restricción de expansión o múltiples ensamblajes 151 de restricción de expansión. Por ejemplo, como se representa en la FIG. 1, el sistema 101 de procesamiento de material podría incluir cinco ensamblajes 151 de restricción de expansión ubicados en diversos puntos a lo largo del exterior del cilindro 111 de horno. Los múltiples ensamblajes 151 de restricción de expansión también se pueden ubicar dentro del cilindro 111 de horno, o se puede usar una combinación de ensamblajes 151 limitadores de expansión interna o exterior. Los ensamblajes 151 de restricción de expansión múltiple pueden tener la misma construcción interna o pueden diferir en la construcción entre sí. Diversas opciones para la posible construcción del ensamblaje 151 de restricción de expansión se analizan más adelante, con referencia a la FIG. 4.

El sistema 101 de procesamiento de material también puede incluir un sistema de alimentación (no ilustrado) que puede transportar material industrial sin tratar al sistema 101 de procesamiento de material y material industrial tratado fuera del sistema 101 de procesamiento de material. El sistema de alimentación puede, por ejemplo, transportar material industrial a un extremo del cilindro 111 de horno y/o del otro extremo del cilindro 111 de horno. El sistema de alimentación puede incluir además un sistema de transporte para transportar material industrial mientras se encuentra dentro del cilindro 111 de horno. El sistema de alimentación y/o el sistema de transporte puede incluir una serie de placas o cucharones móviles o fijos, correas, hojas de tornillo helicoidal giratorias o fijas independientes o fijadas al interior del cilindro del horno, imanes o una combinación de elementos de transporte adecuados y se puede utilizar para transportar material industrial todo o parte del camino a través del sistema 101 de procesamiento de material.

La FIG. 2 representa una vista lateral del sistema 101 de procesamiento de material. Como se muestra en la FIG. 2, el cilindro 111 de horno puede tener un eje 119 central. El eje 119 central puede colocarse a través de un centro de la sección transversal circular del cilindro 111 de horno. El eje 119 central puede ser paralelo al suelo, en un ángulo por encima de la horizontal, o en un ángulo por debajo de la horizontal, como se representa en la FIG. 2. El eje 119 central puede ser horizontal o en ángulo por encima o por debajo de la horizontal. El ángulo del eje 119 central puede deberse a que un extremo del cilindro 111 de horno se coloca más alto que el otro extremo del cilindro 111 de horno. Por ejemplo, el cilindro 111 de horno puede tener dos collares 121, un collar 121 en un primer extremo del cilindro 111 de horno y un segundo collar 121 en un segundo extremo del cilindro 111 de horno, con un collar 121 en una posición vertical más alta que el otro collar 121. Alternativamente, los collares 121 pueden estar a la misma altura, por ejemplo, haciendo que el eje 119 central sea horizontal. Colocar el eje 119 central en un ángulo por debajo de la horizontal puede facilitar el movimiento del material industrial a través del cilindro 111 de horno. Sin embargo, cuando el eje 119 central es horizontal o está inclinado sobre la horizontal, el material industrial también se puede mover a través del cilindro 111 de horno utilizando placas o palas móviles o fijas, correas, hojas helicoidales fijas o giratorias independientes de o fijadas al interior del cilindro de horno, imanes o cualquier otro medio de transporte apropiado discutido previamente.

La presencia de material industrial que se está calentando o enfriando puede causar calentamiento o enfriamiento localizado donde este material industrial está en contacto con el cilindro del horno. Si el material industrial que se procesa está en contacto con el cilindro del horno en el punto 114 inferior y está absorbiendo calor, y el material industrial no está en contacto con el punto 116 superior, el punto 116 superior puede calentarse a una temperatura mayor que el punto 114 inferior, lo que puede hacer que el cilindro 111 de horno esté predispuesto a expandirse más en el punto 116 superior que en el punto 114 inferior. La diferencia de expansión entre el punto 116 superior y el punto 114 inferior puede conducir a una expansión asimétrica de la sección transversal radial del cilindro 111 de horno en ausencia de un ensamblaje 151 de restricción de expansión adecuado.

El rotador 131 y el soporte 141 giratorio del sistema 101 de procesamiento de material pueden estar en un ángulo similar al cilindro 111 de horno, en un ángulo opuesto al cilindro 111 de horno, o en un ángulo que les permita funcionar correctamente con el cilindro 111 de horno que está colocado en un ángulo.

La FIG. 3 representa una sección transversal de una porción del sistema 101 de procesamiento de material. Como se muestra en la FIG. 3, el collar 121 puede contener hojas 125 y una esclusa 127 de aire. Las hojas 125 pueden acoplarse entre la superficie 112 exterior del cilindro de horno y unirse al exterior o al interior del collar 121. Las hojas 125 pueden funcionar como un sello flexible sobre la superficie 112 exterior del cilindro de horno. Las hojas 125 pueden permitir que el cilindro 111 de horno opere en una atmósfera de oxígeno controlable y alcance una temperatura más alta que en ausencia de las hojas, por ejemplo, sellando el extremo del cilindro 111 de horno del ambiente exterior. Las hojas 125 pueden estar hechas de acero endurecido, acero inoxidable, caucho o cualquier otro material que sea flexible mientras permite que se forme un sello entre el exterior del cilindro 111 de horno y el collar 121. Las hojas pueden estar equipadas con un elemento lubricado o autolubricante en el punto de contacto con el cilindro del horno para prolongar la vida útil de las hojas.

El collar 121 también puede contener elementos adicionales que pueden usarse para sellar el cilindro 111 de horno del ambiente exterior. Como se representa en la FIG. 3, se puede incorporar una esclusa 127 de aire o un mecanismo similar y permitir que el material industrial entre y salga del extremo del cilindro 111 de horno

- mientras se mantiene un sello en el cilindro 111 de horno. La esclusa 127 de aire puede comprender dos juegos de puertas que se abren y cierran alternativamente para evitar que entre aire ambiente o escape aire caliente del cilindro 111 de horno. Por ejemplo, a medida que el material industrial es movido por un sistema de transporte desde el cilindro 111 de horno hacia el collar, un primer juego de puertas, en el collar 121, al final del cilindro 111 de horno, puede abrirse para permitir que un mecanismo de transporte mueva material industrial a una posición de preparación. A continuación, el primer conjunto de puertas puede cerrarse y un segundo conjunto de puertas puede abrirse para permitir que el mecanismo de transporte mueva el material industrial desde la posición de preparación al entorno exterior.
- Como se señaló anteriormente, el aumento de la temperatura en el cilindro 111 de horno puede provocar la expansión en la dirección radial. El ensamblaje 151 de restricción de expansión puede inhibir o evitar que el cilindro 111 de horno se expanda asimétricamente. Diversos elementos que pueden incluirse en el ensamblaje 151 de restricción de expansión se describen adicionalmente con respecto a la FIG. 4.
- La FIG. 4 representa una vista frontal en sección transversal de un ejemplo de un ensamblaje 151 de restricción de expansión que puede usarse para inhibir o prevenir la expansión asimétrica. El ensamblaje 151 de restricción de expansión descrito puede contener elementos adicionales o alternativos del ensamblaje 151 de restricción de expansión que se muestra en la FIG. 1.
- El ensamblaje 151 de restricción de expansión se representa a modo de ejemplo en la FIG. 4 que incluye una estructura 411 de restricción externa, una estructura 421 circular interna y al menos un ensamblaje 431 de estructura de soporte. Se muestra en el cuadrante III de la FIG. 4 el ensamblaje 151 de restricción de expansión reivindicado con la estructura 411 de restricción externa conectada directamente con la estructura 421 circular interna por los ensamblajes 431 de estructura de soporte. En algunos ejemplos, la estructura 421 circular interna puede ser el cilindro 111 de horno, por ejemplo, de modo que la estructura 411 de restricción externa pueda corresponder a un anillo, tubo u otra estructura adecuada dispuesta alrededor del exterior del cilindro 111 de horno. Alternativamente, la estructura 411 de restricción externa puede ser el cilindro 111 de horno, por ejemplo, de modo que la estructura 421 circular interna pueda corresponder a un tubo, anillo u otro elemento ubicado dentro del cilindro 111 de horno. En un ejemplo no limitativo, la estructura 421 circular interna puede tener un diámetro de 1-5 metros y estar hecha de metal, aunque otros tamaños y/o materiales se pueden utilizar adicional o alternativamente.
- El ensamblaje 151 de restricción de expansión incluye uno o más ensamblajes 431 de estructura de soporte, todos los cuales pueden unirse al exterior de la estructura 421 circular interna. El uno o más ensamblajes 431 de estructura de soporte pueden incluir, corresponder o ser reemplazados por aparatos ortopédicos o ligamentos. La FIG. 4 muestra diez ensamblajes 431 de estructura de soporte a modo de ejemplo, pero el ensamblaje 151 de restricción de expansión puede incluir cualquier número de ensamblajes 431 de estructura de soporte. El uno o más ensamblajes 431 de estructura de soporte pueden estar ubicados dentro del cilindro 111 de horno, fuera del cilindro 111 de horno, o una combinación de ambos dentro y fuera del cilindro 111 de horno.
- Cada uno de los uno o más ensamblajes 431 de estructura de soporte se extiende hacia afuera desde la estructura 421 circular interna en un ángulo 451 de desplazamiento alejándose de una dirección radial. El uno o más ensamblajes 431 de estructura de soporte pueden estar hechos de metal u otro material resistente a la tensión y/o compresión. En un ejemplo no limitativo, los ensamblajes 431 de estructura de soporte pueden estar hechos de acero, pueden tener una sección transversal de 1 a 10 centímetros cuadrados y pueden abarcar entre una estructura 421 circular interna de 1 a 3 metros y una restricción externa. estructura 411 de 1.1-3.1 metros. Sin embargo, el material y el tamaño de uno o más ensamblajes 431 de estructura de soporte pueden variar dependiendo de los parámetros operativos del ensamblaje 151 de restricción de expansión y los componentes asociados con los que se implementa.
- El uno o más ensamblajes 431 de estructuras de soporte pueden incluir los elementos adicionales de una base 433 y un ligamento 435. La base 433 puede incluir, corresponder o ser reemplazada por un pie, y puede corresponder a cualquier interfaz adecuada para facilitar la unión. Por ejemplo, la base 433 puede estar hecha de un material adecuado para soldar, tal como acero que luego puede soldarse al exterior de la estructura 421 circular interna o al interior de la estructura 411 de restricción externa. Adicional o alternativamente, la base 433 puede corresponder a una base con un área de superficie adecuada para facilitar el empernado o tener una cobertura adecuada por un adhesivo para permitir la unión.
- La base 433 y el ligamento 435 se pueden conectar utilizando estructuras acoplables y desmontables. Por ejemplo, se pueden incorporar roscas internas o roscas externas en la base 433 y corresponden a roscas externas o roscas internas del ligamento 435. Tener una conexión roscada puede permitir que el ligamento se apriete previamente, ofreciendo un grado adicional de libertad durante el calentamiento y la expansión de la estructura 421 circular interna. La base 433 y el ligamento 435 también se pueden conectar utilizando un accesorio de horquilla (por ejemplo, incorporado en la base 433 o el ligamento 435) y un pasador. El uso de un accesorio de pasador y horquilla puede ofrecer un grado adicional de libertad durante la expansión y

contracción de la estructura 421 circular interna, superando la fatiga que puede ocurrir en la articulación entre la base 433 y el ligamento 435.

El ligamento 435 puede ser monolítico o unirse a la base 433 para conectar la estructura 411 de restricción externa a la estructura 421 circular interna. Además, el ligamento 435 puede extenderse entre dos bases 433 respectivas, como se muestra en la FIG. 4. Alternativamente, el ligamento 435 puede conectarse a la estructura 411 de restricción externa y la estructura 421 circular interna sin usar ninguna base 433. Por ejemplo, aunque en algunos casos los componentes del ensamblaje 151 de restricción de expansión pueden ser partes discretas que posteriormente se unen para formar el ensamblaje, el ensamblaje en su totalidad o en parte puede formarse alternativamente como una estructura monolítica, tal como por colada, corte con llama u otra técnica adecuada.

En funcionamiento, la estructura 411 de restricción externa puede girar en reacción a la distribución de fuerza generalmente simétrica de la estructura 421 circular interna. La expansión asimétrica de la estructura 421 circular interna puede hacer que uno o más ensamblajes 431 de estructura de soporte reaccionen transfiriendo fuerzas desde la estructura 421 circular interna a la estructura 411 de restricción externa para contrarrestar esta expansión asimétrica. Por ejemplo, la FIG. 4 muestra un ejemplo de fuerzas de expansión uniformes de la estructura 421 circular interna que actúan sobre los diez ensamblajes 431 de estructura de soporte, provocando que la estructura 411 de restricción externa gire en el sentido de las agujas del reloj. La FIG. 7 representa una condición de ejemplo de calentamiento y expansión asimétricos, el desplazamiento de la estructura 421 circular interna, la estructura 431T de soporte en tensión (representada por las flechas 471) y la estructura 431C de soporte en compresión (representada por las flechas 473) se exageran para mayor claridad.

El ensamblaje 151 de restricción de expansión incluye además un anillo 441. El anillo 441 está unido a la estructura 421 circular interna y está unido a la estructura 411 de restricción externa. Como ejemplos, el cuadrante II de la FIG. 4 muestra el anillo 441 unido a la estructura 411 de restricción externa, y el cuadrante IV de la FIG. 4 muestra el anillo 441 unido a la estructura 421 circular interna. El ensamblaje 151 de restricción de expansión puede contener alternativamente múltiples anillos 441. Como se muestra en el cuadrante I de la FIG. 4, un primer anillo 441 está unido a la estructura 421 circular interna y un segundo anillo 441 está unido a la estructura 411 de restricción externa. Los ensamblajes 431 de estructura de soporte están unidos a la estructura 421 circular interna y a la estructura 411 de restricción externa por uno o más de los anillos 441 internos. En algunos ejemplos, utilizar uno o más anillos 441 internos puede proporcionar restricciones adicionales de resistencia a la expansión y/o proporcionar estructuras de transición adecuadas para acoplar materiales diferentes. Además, o alternativamente, en algunos ejemplos, al menos uno de los anillos 441 internos puede corresponder a un anillo que ya está en su lugar y que puede adaptarse para incorporarse al ensamblaje 151 de restricción de expansión.

Las FIGs. 5 y 6 representan una porción de la vista frontal en sección transversal del ensamblaje 151 de restricción de expansión de la FIG. 4, mostrando respectivamente la estructura 421 circular interna, antes y después de la expansión. La FIG. 5 muestra: la estructura 421 circular interna (antes de la expansión en líneas continuas y después de la expansión en líneas fantasma); el ángulo 451 de desplazamiento del ensamblaje 431 de estructura de soporte; y un punto 461 de referencia en la estructura 411 de restricción externa.

La FIG. 6 muestra: la estructura 421 circular interna (antes de la expansión en líneas fantasma y después de la expansión en líneas continuas); el ángulo 451 de desplazamiento; y el punto 461 de referencia. Antes de que la estructura 421 circular interna se expanda (por ejemplo, la FIG. 5), el ensamblaje 431 de estructura de soporte puede estar en un primer ángulo 451 de desplazamiento y el punto 461 de referencia puede estar en una primera ubicación. La estructura 421 circular interna puede expandirse, por ejemplo, moviéndose desde la posición que se muestra con líneas continuas en la FIG. 5 a la posición que se muestra con líneas continuas en la FIG. 6. La expansión de la estructura 421 circular interna puede hacer que la estructura 411 de restricción externa gire, por ejemplo, aumentando el ángulo 451 de desplazamiento del que se muestra en la FIG. 5 al mostrado en la FIG. 6 y/o girar el punto 461 de referencia a una segunda ubicación que se muestra en la FIG. 6 desde la primera ubicación mostrada en la FIG. 5.

Como se muestra en la FIG. 7, si el perfil térmico de la estructura 421 circular interna es radialmente asimétrico 470, los ensamblajes 431 de estructura de soporte respectivos pueden ser forzados a tensión (representada por flechas 471) o compresión (representada por flechas 473) para resistir la fuerza de desplazamiento de expansión local que es impulsado por el perfil térmico asimétrico. La fuerza de desplazamiento de expansión puede aliviarse redirigiendo la fuerza a través de los ensamblajes 431 de estructura de soporte y a lo largo del arco de la estructura 411 de restricción externa. La estructura 411 de restricción externa puede girar con respecto a la estructura 421 circular interna para aliviar la fuerza de desplazamiento de expansión redirigida. La redirección de la fuerza causada por el desplazamiento de expansión puede evitar un alto esfuerzo y rendimiento o fractura de la estructura 421 circular interna.

La expansión diferencial de la estructura 421 circular interna se muestra a modo de ejemplo en la FIG. 5 y la

- FIG. 6, pero la medida y/o la dirección de variación de la estructura 421 circular interna podría variar. Por ejemplo, la estructura 421 circular interna puede expandirse hasta casi tocar la estructura 411 de restricción externa o expandirse al mismo ritmo para que la estructura 411 de restricción externa no gire. Además, aunque las FIGS. 5, 6 y 7 se han descrito en términos de restricción o distribución de la expansión; en algunos ejemplos, los elementos asociados pueden restringir o distribuir la contracción, tal como en el caso de que la contracción de la estructura 421 circular interna esté restringida por la estructura 411 de restricción externa girando al menos en parte en sentido contrario a las agujas del reloj y/o por reducción del ángulo 451 del ensamblaje 431 de estructura de soporte.
- 10 Un ejemplo de funcionamiento de la estructura 411 de restricción externa se muestra en la FIG. 5 y la FIG. 6 por el movimiento relativo del punto 461 de referencia y el aumento del ángulo 451 de desplazamiento. El punto 461 de referencia puede moverse entre 0.1 mm y 10 mm, pero el movimiento puede ser menor o mayor dependiendo de la operación del ensamblaje 151 de restricción de expansión. El ángulo 451 de desplazamiento puede, por ejemplo, comenzar en 40 grados y aumentar hasta un ángulo de 45 grados. Sin embargo, otros intervalos y/o cantidades de cambio del ángulo 451 de desplazamiento pueden ser adecuadas.
- 20 En algunos aspectos, se proporciona un dispositivo, un sistema o un método de acuerdo con uno o más de los siguientes ejemplos o de acuerdo con alguna combinación de los elementos de los mismos. En algunos aspectos, las características de un dispositivo o sistema descrito en uno o más de estos ejemplos pueden utilizarse dentro de un método descrito en uno de los otros ejemplos, o viceversa.

REIVINDICACIONES

1. Un ensamblaje (151) de restricción de expansión para equipos de procesamiento industrial para procesar metal u otro material, comprendiendo el ensamblaje (151):
5 una estructura (411) de restricción externa;

una estructura (421) circular interna dispuesta radialmente hacia adentro desde la estructura (411) de restricción externa y dentro del ensamblaje (151) de restricción de expansión;
10 una pluralidad de estructuras (431) de soporte dispuestas en un ángulo de compensación lejos de una dirección radial de la estructura (411) de restricción externa, que se extienden entre la estructura (411) de restricción externa y la estructura (421) circular interna, y unidas a la estructura (411) de restricción externa y la estructura (421) circular interna caracterizada porque el ensamblaje (151) comprende, además:
15 al menos un anillo (441) dentro de la estructura (411) de restricción externa y dispuesto entre la estructura (411) de restricción externa y la estructura (421) circular interna, en donde la pluralidad de estructuras (431) de soporte se unen a través de al menos un anillo (441), en donde al menos un anillo (441) comprende un primer anillo y un segundo anillo, en donde el primer anillo está unido a la estructura (421) circular interna y el
20 segundo anillo está unido a la estructura (411) de restricción externa, y en donde la pluralidad de estructuras (431) de soporte se unen mediante el primer anillo y el segundo anillo.

2. El ensamblaje de la reivindicación 1, en donde el ángulo de desplazamiento de al menos una de la pluralidad de estructuras (431) de soporte está entre 1 grado y 89 grados.
25

3. El ensamblaje de la reivindicación 1, en donde una sección transversal de al menos una de una pluralidad de estructuras (431) de soporte es de al menos 1 centímetro cuadrado.

4. El ensamblaje de la reivindicación 1, en donde al menos una de la pluralidad de estructuras (431) de soporte comprende:
30 una base (433) configurada para unirse a la estructura (421) circular interna; y

un ligamento (435) unido a la base.
35

5. Un sistema de horno giratorio, que comprende:

un rotador (131);
40 un sistema de calentamiento;

un cilindro (111) de horno giratorio por el rotador (131), el cilindro (111) de horno en comunicación con el sistema de calentamiento para proporcionar calor al cilindro de horno, comprendiendo el cilindro (111) de horno:
45 un eje (119) central;

una superficie (112) externa del cilindro del horno;

un espesor de sección transversal empujado hacia la expansión variable en una dirección radial del cilindro (111) de horno y que responde a un perfil térmico variable resultante del calor proporcionado dentro del cilindro (111) de horno por acciones o reacciones térmicas del material que se procesa o del sistema de calentamiento;
50 un collar (121) alineado axialmente con el eje (119) central y que recibe al menos una porción del cilindro (111) de horno; y
55

un ensamblaje (151) de restricción de expansión de acuerdo con la reivindicación 1, estando alienado axialmente el ensamblaje (151) con el eje (119) central y dispuesto radialmente hacia afuera del cilindro (111) de horno, el ensamblaje (151) de restricción de expansión está configurado para limitar la expansión variable del espesor de la sección transversal del cilindro (111) de horno, comprendiendo el ensamblaje (151) de restricción de expansión:
60 una estructura (411) de restricción externa;

una pluralidad de estructuras (431) de soporte, cada una de las cuales se extiende entre el interior de la estructura (411) de restricción externa y la superficie (112) externa del cilindro del horno, cada una dispuesta

en un ángulo de desplazamiento con respecto a la dirección radial de la estructura (411) de restricción externa, y cada una anclada a la superficie (112) externa del cilindro del horno y a la estructura (411) de restricción externa.

- 5 6. El sistema de horno rotatorio de la reivindicación 5, en donde el collar (121) comprende además una pluralidad de hojas (125) unidas al collarín y acopladas con la superficie (112) externa del cilindro del horno.
7. El sistema de horno rotatorio de la reivindicación 5, en donde el cilindro (111) de horno comprende además una primera porción (113) en un primer extremo, una segunda porción (115) en un segundo extremo y una
10 porción (117) media entre la primera porción (113) y la segunda porción (115).
8. El sistema de horno rotatorio de la reivindicación 7, en donde el collar (121) es un primer collar acoplado con la primera porción (113) del cilindro (111) de horno; y
- 15 el sistema de horno rotatorio comprende además un segundo collar acoplado con una parte diferente del cilindro (111) de horno.
9. El sistema de horno rotatorio de la reivindicación 5, en donde el eje (119) central está en un ángulo tal que un primer extremo del cilindro (111) de horno se coloca verticalmente más alto que un segundo extremo del
20 cilindro (111) de horno.
10. El sistema de horno rotatorio de la reivindicación 5, en donde el ensamblaje (151) de restricción de expansión comprende además un anillo (441) alineado axialmente con el cilindro (111) de horno y anclado a la superficie (112) externa del cilindro del horno, en donde la pluralidad de estructuras (431) de soporte se
25 acoplan con la estructura (411) de restricción externa y el anillo (441) interna, en los que:
el ensamblaje (151) de restricción de expansión preferiblemente es un primer ensamblaje de restricción de expansión; y
- 30 el cilindro (111) de horno además comprende preferiblemente un segundo ensamblaje de restricción de expansión que se extiende alrededor del cilindro (111) de horno.
11. El sistema de horno rotatorio de la reivindicación 5, en donde la pluralidad de estructuras (431) de soporte están configuradas de manera que la expansión variable del cilindro (111) de horno provoca el ángulo de
35 desplazamiento de al menos una de la pluralidad de estructuras (431) de soporte para aumentar, y la estructura (411) de restricción externa está configurada de tal manera que el aumento en el ángulo de compensación de al menos una de la pluralidad de estructuras (431) de soporte preferiblemente hace que la estructura (411) de restricción externa gire alrededor del eje (119) central del cilindro (111) de horno.
- 40 12. Un método de restricción de expansión para equipos de procesamiento industrial para procesar metal u otro material, comprendiendo el método:
recibir una estructura (411) de restricción externa y una pluralidad de estructuras (431) de soporte en una
45 superficie exterior de una estructura (421) circular interna del equipo de procesamiento industrial; y
resistir la expansión no uniforme de la estructura (421) circular interna provocando al menos un aumento en la tensión o compresión de al menos una de la pluralidad de estructuras (431) de soporte o provocando la rotación de la estructura (411) de restricción externa alrededor de un eje central de la estructura (421) circular interna;
- 50 provocando un cambio en un ángulo de desplazamiento alejándose de una dirección radial de la estructura (411) de restricción externa de al menos una de la pluralidad de estructuras (431) de soporte debido a la resistencia a la expansión no uniforme de la estructura (421) circular interna;
- 55 proporcionar al menos un anillo (441) dentro de la estructura (411) de restricción externa y disponer el anillo (441) entre la estructura (411) de restricción externa y la estructura (421) circular interna; y
unir la pluralidad de estructuras (431) de soporte a través del al menos un anillo (441), en la que proporcionar al menos un anillo (441) comprende además proporcionar un primer anillo y un segundo anillo, unir el primer
60 anillo a la estructura (421) circular interna y el segundo anillo a la estructura (411) de restricción externa, y unir la pluralidad de estructuras de soporte a través del primer anillo y el segundo anillo.
13. El método de la reivindicación 12, en donde provocar el cambio en el ángulo de desplazamiento de al menos una de la pluralidad de estructuras (431) de soporte preferiblemente hace que la estructura (411) de
65 restricción externa gire.
14. El método de la reivindicación 12, en donde al menos una de la pluralidad de estructuras (431) de soporte

experimenta un aumento en la tensión y al menos otra de la pluralidad de estructuras (431) de soporte experimenta un aumento en la compresión, o en donde la expansión no uniforme es provocada por un aumento o disminución de la temperatura dentro de la estructura (421) circular interna.

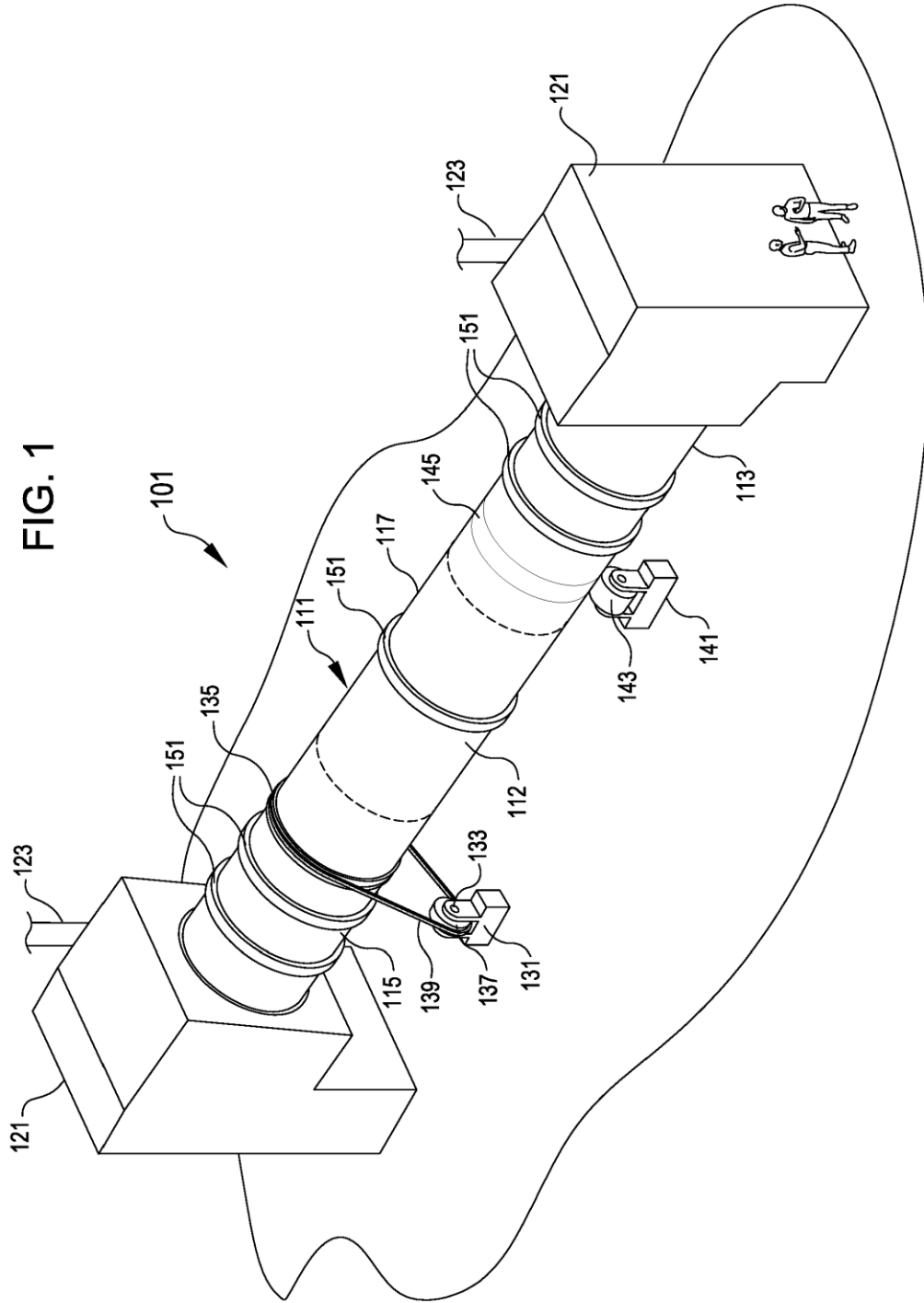


FIG. 2

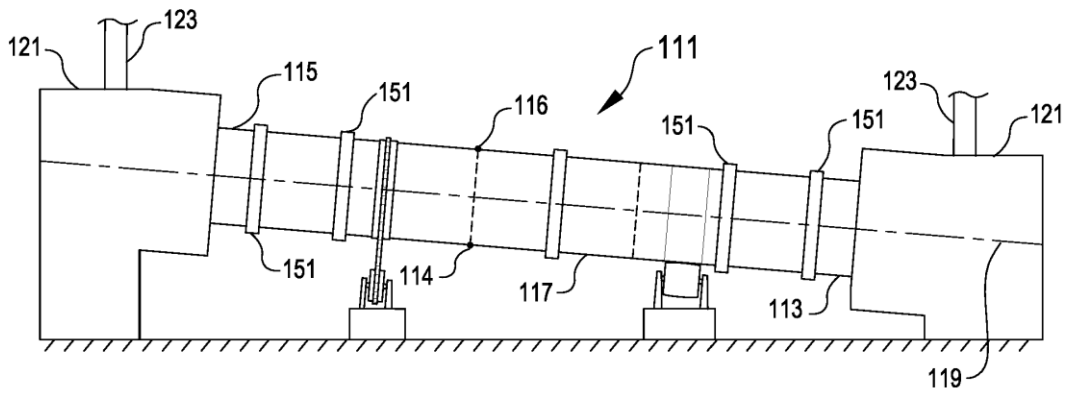
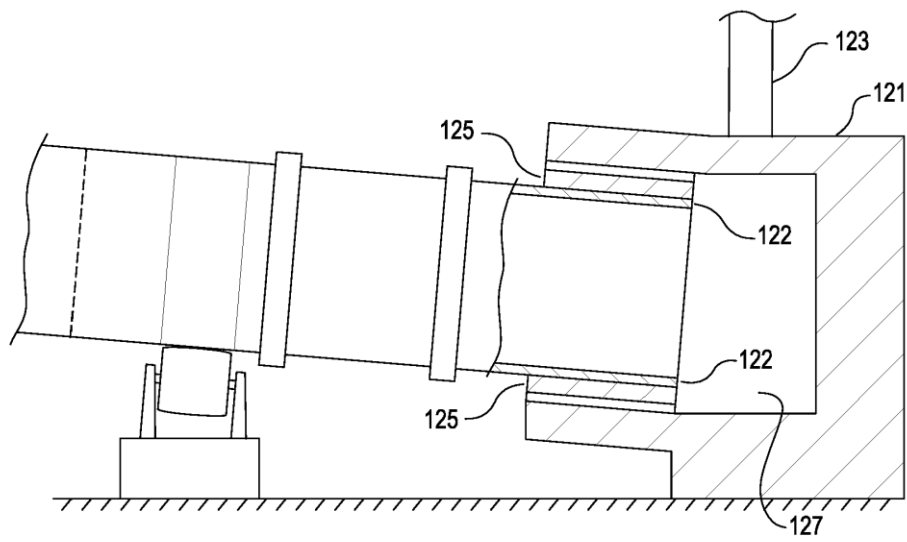


FIG. 3



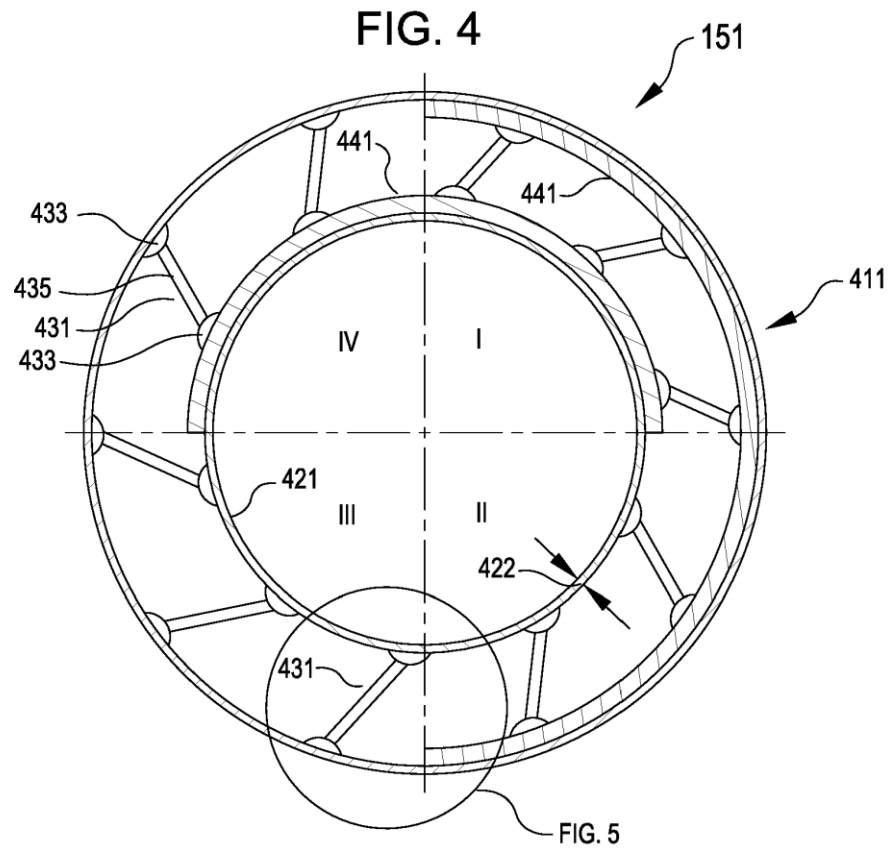


FIG. 5

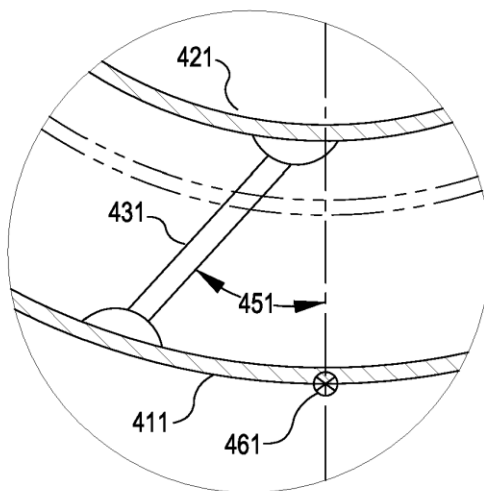


FIG. 6

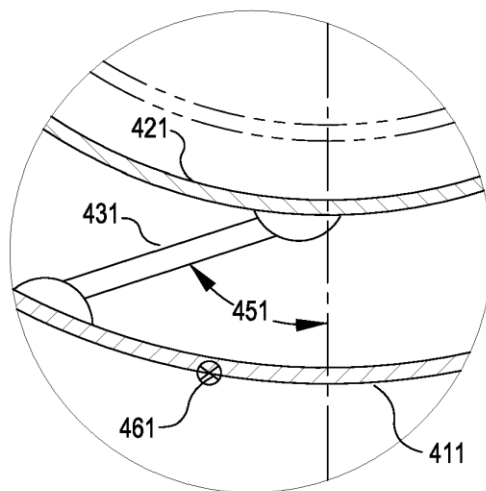


FIG. 7

