

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 912 940**

51 Int. Cl.:

B02C 17/18 (2006.01)

B02C 17/04 (2006.01)

F16B 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.07.2014 PCT/AU2014/000700**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.01.2015 WO15003208**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2014 E 14823387 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.02.2022 EP 3019277**

54 Título: **Elemento de distribución de tensiones para la carcasa de un molino**

30 Prioridad:

08.07.2013 AU 2013206749

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

30.05.2022

73 Titular/es:

**METSO OUTOTEC FINLAND OY (100.0%)
Lokomonkatu 3
33900 Tampere, FI**

72 Inventor/es:

**GREEN, NICHOLAS JOHN y
BELKE, JEFFREY VICTOR**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 912 940 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

Elemento de distribución de tensiones para la carcasa de un molino

5 La presente invención se refiere a una carcasa de molino.

Estado de la técnica anterior

10 La siguiente descripción de la técnica anterior pretende presentar la invención en un contexto técnico adecuado, y permitir que se aprecien correctamente sus ventajas. Sin embargo, a menos que se indique claramente lo contrario, la referencia a cualquier técnica anterior en esta memoria descriptiva no debe ser interpretada como una admisión expresa o implícita de que dicha técnica es ampliamente conocida o forma parte del conocimiento general común en el sector. La Patente US 2008/0210797 A1 da a conocer un ejemplo de una carcasa de molino.

15 Un molino tiene una cámara de molienda, en general, cilíndrica, denominada cuerpo o "carcasa" del molino, y dos vástagos de muñón, estando montados los muñones sobre soportes para la rotación. Los molinos de bolas grandes, habitualmente de más de 24 pies de diámetro y 40 pies de longitud, son construidos generalmente dividiendo la carcasa del molino en componentes individuales denominados "secciones de la carcasa", por lo que las secciones de la carcasa tienen "juntas" entre las secciones contiguas, para facilitar el montaje posterior in situ. La división de la carcasa del molino en secciones de carcasa modulares ayuda en la fabricación y el transporte del molino al emplazamiento de la planta. Dependiendo del tamaño de la carcasa del molino, pueden existir numerosas divisiones en la dirección longitudinal, diferenciando cada división longitudinal un "panel" de carcasa del "panel" de la carcasa siguiente. Cada panel de la carcasa comprende una mitad, un tercio o un cuarto del diámetro de la carcasa del molino. Cada sección de la carcasa tiene, como mínimo, un elemento de conexión en forma de una pestaña que se extiende a lo largo, como mínimo, de un borde de cada sección de la carcasa. Las pestañas pueden ser pestañas longitudinales o pestañas circunferenciales, extendiéndose las primeras paralelas al eje longitudinal de la carcasa del molino cuando son ensambladas, mientras que las últimas se extienden alrededor de la circunferencia de la carcasa del molino. La carcasa del molino se ensambla alineando las respectivas pestañas de la sección adyacente de la carcasa y atornillándolas entre sí para formar lo que, en general, se conoce como "pestaña dividida".

30 Un inconveniente de estas pestañas divididas es que, frecuentemente, existe una cantidad importante de tensiones en las inmediaciones de la conexión de la pestaña de la carcasa, en donde una pestaña dividida se encuentra con otra pestaña dividida. Por ejemplo, una pestaña dividida longitudinalmente que une dos secciones de carcasa es conectada luego a una pestaña circunferencial en una tercera sección de la carcasa. Esto crea un "punto duro" que concentra las tensiones en las pestañas en una zona. Puesto que la pestaña longitudinal suele ser bastante rígida y gruesa, provoca una gran carga en el punto duro, debido a un cambio repentino en el grosor de la junta donde la pestaña longitudinal se encuentra con la pestaña circunferencial, creando, por lo tanto, una zona concentrada de altas tensiones. La presencia de puntos duros afecta negativamente a la integridad de la unión, puede provocar grietas en la carcasa del molino y, eventualmente, tener como resultado fallos del molino a largo plazo. Las zonas de tensión elevada también pueden ser creadas por otros elementos estructurales geométricos, no simétricos con respecto al eje, o por discontinuidades en la sección de la carcasa, tales como escalones en el grosor o bocas de inspección que provocan un aumento de la tensión. Asimismo, se puede formar una tensión elevada donde el cabezal del molino también está dividido. Este problema de los puntos duros se exagera en los molinos grandes descritos anteriormente, incluyendo los molinos de bolas, ya que la diferencia relativa en la rigidez provocada por las pestañas divididas es mayor debido a una estructura, en general menos rígida, con un diámetro cada vez mayor. Una mayor longitud también reduce la rigidez global del molino junto con el aumento del momento de flexión.

50 Para solucionar este problema, algunos fabricantes de molinos aumentan la masa de la sección de la carcasa, con el fin de reducir el impacto de las concentraciones de tensión resultantes de los puntos duros que surgen en las pestañas divididas y otros elementos estructurales no simétricos con respecto a un eje. Otros fabricantes de molinos ignoran totalmente el impacto, y diseñan como si no existieran elementos que provocan tensiones. La primera opción tiene inconvenientes obvios en el aumento del peso del molino y, por lo tanto, en su coste de fabricación, pero es técnicamente superior a la última opción. La última opción da como resultado un molino grande con una menor masa, pero tiene tensiones de una magnitud desconocida en una o varias ubicaciones críticas, por lo que se corre el riesgo de que las tensiones superen el nivel permitido y los problemas mencionados anteriormente de agrietamiento de la carcasa del molino y de fallos del molino a largo plazo. Puesto que los molinos del tamaño descrito solamente han sido puestos en servicio hace relativamente pocos años, estos riesgos aún no son evidentes, y solo pueden aflorar a largo plazo.

60 Un objetivo de la presente invención es superar o mejorar sustancialmente uno o varios de los inconvenientes de la técnica anterior o, como mínimo, dar a conocer una alternativa útil.

65 Un objetivo de la invención, como mínimo, en una forma preferente, es dar a conocer un elemento de distribución de tensiones para una sección de carcasa de molino, que minimiza el efecto de las tensiones elevadas en zonas concentradas o de puntos duros donde se unen las pestañas longitudinales y/o circunferenciales de secciones

adyacentes de la carcasa del molino, y un procedimiento para distribuir la tensión de una junta utilizando el elemento de distribución de tensiones.

Características de la invención

Según la invención, se da a conocer una carcasa de molino tal como se define en la reivindicación 1. Según un primer aspecto de la invención, se da a conocer un elemento de distribución de tensiones para una junta de una carcasa de molino, que comprende un cuerpo alargado que tiene un extremo proximal, para conectar dicho elemento de distribución a dicha junta de la carcasa del molino, y un extremo distal, en el que dicho cuerpo alargado varía en una dimensión desde dicho extremo proximal hasta dicho extremo distal, para distribuir ampliamente las tensiones desde dicho extremo proximal hasta dicho extremo distal.

A menos que el contexto requiera claramente otra cosa, a lo largo de la descripción y de las reivindicaciones, las expresiones "comprende", "que comprende" y similares deben ser interpretadas en un sentido inclusivo, en oposición a un sentido exclusivo o exhaustivo; es decir, en el sentido de "incluyendo, pero no limitado a".

Preferentemente, dicho cuerpo alargado tiene una altura variable desde dicho extremo proximal a dicho extremo distal. Más preferentemente, dicho cuerpo alargado disminuye en altura desde dicho extremo proximal hasta dicho extremo distal. En una forma preferente, se produce una disminución gradual en la altura de dicho cuerpo alargado desde dicho extremo proximal hasta dicho extremo distal. En otra forma preferente, se produce una disminución escalonada en la altura de dicho cuerpo alargado desde dicho extremo proximal hasta dicho extremo distal. En otra forma preferente más, dicho cuerpo alargado comprende, como mínimo, una parte cónica.

Preferentemente, dicho cuerpo alargado tiene un grosor sustancialmente uniforme en su anchura.

Preferentemente, dicho cuerpo alargado tiene una anchura variable desde dicho extremo proximal hasta dicho extremo distal. Más preferentemente, dicho cuerpo alargado disminuye en anchura desde dicho extremo proximal hasta dicho extremo distal.

Preferentemente, dicho cuerpo alargado tiene un perfil en forma de nervio o en forma de aleta.

Preferentemente, dicho cuerpo alargado tiene un perfil parcialmente curvado o sinuoso.

Preferentemente, dicho cuerpo alargado comprende, además, un lado de conexión, para conectar dicho cuerpo alargado a lo largo de su longitud a dicha sección de la carcasa del molino. Más preferentemente, dicho cuerpo alargado comprende un lado distal opuesto a dicho lado de conexión.

Preferentemente, dicha junta de la carcasa del molino comprende, como mínimo, una pestaña longitudinal, conectada, como mínimo, a una pestaña circunferencial, extendiéndose, como mínimo, dicha pestaña longitudinal paralela al eje longitudinal de dicha carcasa del molino, y extendiéndose, como mínimo, dicha pestaña circunferencial a lo largo de la circunferencia de dicha carcasa del molino, y dicho extremo proximal puede ser conectado a dicha junta de modo que el eje longitudinal de dicho cuerpo alargado coincida con el eje longitudinal de como mínimo, dicha pestaña longitudinal o sea paralelo al mismo. Más preferentemente, dicho extremo proximal está conectado a una unión entre, como mínimo, dicha pestaña longitudinal y, como mínimo, dicha pestaña circunferencial.

Un segundo aspecto de la presente invención da a conocer un sistema de distribución de tensiones para una junta de una carcasa del molino, que comprende una pluralidad de elementos de distribución de tensiones según el primer aspecto de la presente invención, en el que dichos elementos de distribución de tensiones pueden ser conectados en sus respectivos extremos proximales a dicha junta de la carcasa del molino.

Preferentemente, dichos elementos de distribución de tensiones se extienden sustancialmente paralelos entre sí. Alternativamente, dichos elementos de distribución de tensiones se extienden sustancialmente de manera divergente desde dicha junta de la carcasa del molino.

Un tercer aspecto de la invención da a conocer un conjunto de distribución de tensiones para una junta de una carcasa de molino, que comprende un cubo y una pluralidad de elementos de distribución de tensiones según el primer aspecto de la presente invención, en el que dicho cubo está unido a los extremos proximales respectivos de cada uno de dichos elementos de distribución de tensiones, pudiendo ser conectado dicho cubo a dicha junta de la carcasa del molino.

Preferentemente, dichos elementos de distribución de tensiones se extienden sustancialmente paralelos entre sí desde dicho cubo. Alternativamente, dichos elementos de distribución de tensiones se extienden sustancialmente de manera divergente desde dicho cubo.

Un cuarto aspecto de la presente invención da a conocer una sección de carcasa de molino que comprende:

una superficie exterior arqueada;

una pestaña conectada a dicha superficie exterior para conectar dicha sección de la carcasa de molino a otra sección de la carcasa de molino, y

uno o varios elementos de distribución de tensiones del primer aspecto de la presente invención, el sistema de distribución de tensiones según el segundo aspecto de la presente invención o el conjunto de distribución de tensiones del tercer aspecto de la presente invención, en el que dicho extremo proximal de cada elemento de distribución de tensiones o dicho cubo de dicho conjunto de distribución de tensiones está conectado a dicha pestaña.

Preferentemente, dicha pestaña es una pestaña arqueada.

Un quinto aspecto de la presente invención da a conocer una carcasa de un molino que comprende:

una pluralidad de secciones de carcasa de molino conectadas entre sí, teniendo cada una de dichas secciones de la carcasa de molino una superficie exterior arqueada y, como mínimo, una pestaña conectada a dicha superficie exterior, para conectar entre sí secciones de carcasa de molino adyacentes, dicha sección de carcasa de molino a otra sección de carcasa de molino, y

uno o varios elementos de distribución de tensiones, del primer aspecto de la presente invención, el sistema de distribución de tensiones, del segundo aspecto de la presente invención, o el conjunto de distribución de tensiones del tercer aspecto de la presente invención,

en el que dos de dichas secciones de carcasa de molino tienen, cada una, pestañas lineales respectivas conectadas entre sí para formar una pestaña longitudinal que se extiende paralela al eje longitudinal de dicha carcasa de molino, y pestañas arqueadas respectivas para conectar dichas dos secciones de carcasa de molino a una tercera sección de carcasa de molino;

comprendiendo dicha tercera sección de la carcasa de molino una pestaña arqueada conectada a dichas pestañas arqueadas respectivas de dichas dos secciones de la carcasa de molino, para formar una pestaña circunferencial que se extiende a lo largo de la circunferencia de dicha carcasa de molino, y

en la que dicha pestaña longitudinal y dicha pestaña circunferencial están conectadas entre sí para formar una junta de la carcasa del molino, y dicho extremo proximal de cada uno de dichos elementos de distribución de tensiones o dicho cubo de dicho conjunto de distribución de tensiones está conectado a dicha junta de carcasa de molino para distribuir las fuerzas de tensión desde dicha junta de carcasa de molino.

Preferentemente, dicho extremo proximal está conectado a dicha junta de carcasa de molino de modo que el eje longitudinal de dicho cuerpo alargado de cada uno de dichos elementos de distribución de tensiones o cada uno de dichos cuerpos alargados de dicho conjunto de distribución de tensiones coincida con el eje longitudinal de dicha pestaña longitudinal o sea paralelo al mismo. Preferentemente, cuando el conjunto de distribución de tensiones comprende elementos de distribución de tensiones que se extienden paralelos entre sí desde dicho cubo, dicho cubo está conectado a dicha junta de carcasa de molino de modo que el eje longitudinal de dicho cuerpo alargado de dicho elemento de distribución de tensiones o cada uno de dichos cuerpos alargados de dicho conjunto de distribución de tensiones coincida con el eje longitudinal de dicha pestaña longitudinal o sea paralelo al mismo.

Preferentemente, dicho cuerpo alargado de cada dicho elemento de distribución de tensiones o cada dicho cuerpo alargado de dicho conjunto de distribución de tensiones está conectado a dicha tercera sección de carcasa de molino.

Preferentemente, dicho extremo proximal o dicho cubo está conectado a dicha pestaña circunferencial. Más preferentemente, dicho extremo proximal o dicho cubo está conectado a dicha pestaña circunferencial en un lado opuesto a dicha pestaña longitudinal.

Preferentemente, dicho extremo proximal o dicho cubo está conectado a una unión entre dicha pestaña longitudinal y dicha pestaña circunferencial.

Preferentemente, dicho cuerpo alargado de dicho elemento de distribución de tensiones, o cada uno de dichos cuerpos alargados de dicho conjunto de distribución de tensiones está conectado a dicha tercera sección de la carcasa de molino. Más preferentemente, dicho cuerpo alargado de dicho elemento de distribución de tensiones o cada cuerpo alargado de dicho conjunto de distribución de tensiones comprende, además, un lado de conexión, para conectar dicho cuerpo alargado o cada cuerpo alargado a lo largo de sus respectivas longitudes a dicha tercera sección de la carcasa de molino.

Según la invención, se da a conocer, asimismo, un procedimiento para distribuir la tensión de una junta de una carcasa de molino tal como se define en la reivindicación 7.

Breve descripción de los dibujos

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

- 5 la figura 1 es una vista lateral de un molino para recibir un elemento de distribución de tensiones, según una primera realización de la invención;
- 10 la figura 2A es una vista, en planta, del elemento de distribución de tensiones de la figura 1;
la figura 2B es una vista lateral del elemento de distribución de tensiones de la figura 1;
la figura 2C es una vista frontal del elemento de distribución de tensiones de la figura 1;
- 15 la figura 3A es una vista, en planta, de un elemento de distribución de tensiones, según una segunda realización de la invención;
la figura 3B es una vista lateral del elemento de distribución de tensiones de la figura 3A;
- 20 la figura 3C es una vista frontal del elemento de distribución de tensiones de la figura 3A;
la figura 4A es una vista, en planta, de un elemento de distribución de tensiones, según una tercera realización de la invención;
- 25 la figura 4B es una vista lateral del elemento de distribución de tensiones de la figura 4A;
la figura 4C es una vista frontal del elemento de distribución de tensiones de la figura 4A;
- 30 la figura 5A es una vista, en planta, de un elemento de distribución de tensiones, según una cuarta realización de la invención;
la figura 5B es una vista lateral del elemento de distribución de tensiones de la figura 5A;
- 35 la figura 5C es una vista frontal del elemento de distribución de tensiones de la figura 5A;
la figura 6A es una vista, en planta, de un conjunto de distribución de tensiones para una sección de carcasa de molino, según una quinta realización de la invención;
- 40 las figuras 6B a 6D son vistas laterales de los elementos de distribución de tensiones del conjunto de la figura 6A;
la figura 6E es una vista frontal del conjunto de distribución de tensiones de la figura 6A;
- 45 la figura 7A es una vista, en planta, de un conjunto de distribución de tensiones, según una sexta realización de la invención;
la figura 7B es una vista lateral del conjunto de distribución de tensiones de la figura 7A;
- 50 las figuras 8A y 8B son diagramas de análisis de elementos finitos que comparan las concentraciones de tensión para un punto duro sin y con un elemento de distribución de tensiones, según otra realización de la invención;
- 55 las figuras 9A y 9B son vistas, en planta, de los elementos de distribución de tensiones, según las realizaciones séptima y octava de la invención;
- las figuras 10A y 10B son vistas, en planta, de conjuntos de distribución de tensiones, según las realizaciones novena y décima de la invención, y
- la figura 11 es una vista, en planta de elementos de distribución de tensiones, según una undécima realización de la invención.

Realizaciones preferentes de la invención

- 60 Haciendo referencia a la figura 1, un molino 1 típico comprende una cámara o cuerpo de molienda conocido como "carcasa" 2, montado de manera giratoria sobre soportes 3 a través de vástagos de muñón 4 y conjuntos de cojinetes (no mostrados). La carcasa 2 del molino está compuesta por componentes modulares en forma de secciones 5 individuales de la carcasa del molino que están conectadas o unidas entre sí. Dependiendo del tamaño
- 65

de la carcasa del molino, pueden estar dispuestas entre cuatro, seis u ocho secciones de la carcasa, comprendiendo cada sección de la carcasa una mitad del diámetro de la carcasa del molino, de modo que dos secciones de la carcasa formen una mitad (en sentido longitudinal) de la carcasa del molino. En otras configuraciones, la carcasa del molino puede estar dividida en dos, tres o cuatro secciones en sentido longitudinal y, por tanto, cada una de esas secciones, en segmentos de 180°, 120° o 90°, respectivamente.

Las secciones 5 de la carcasa del molino son, en general, arqueadas o curvadas, con las correspondientes superficies 10 exteriores arqueadas o curvadas. Las secciones 5 de la carcasa del molino están conectadas o unidas mediante pestañas longitudinales 11 y/o pestañas circunferenciales 12, que se extienden respectivamente a lo largo de un borde longitudinal 13 o alrededor de un borde 14 arqueado o curvado de cada sección de la carcasa. Las pestañas longitudinales se extienden paralelas al eje longitudinal 15 de la carcasa 2 del molino cuando la carcasa del molino está ensamblada. Las pestañas circunferenciales se extienden alrededor de la circunferencia de la carcasa del molino cuando la carcasa del molino está ensamblada. Las respectivas pestañas longitudinales y circunferenciales de las secciones 5 adyacentes de la carcasa son alineadas, y, a continuación, conectadas o unidas entre sí (habitualmente utilizando pernos o espárragos) para formar una junta denominada "pestaña dividida" de la carcasa 2 de molino ensamblada.

Tal como se muestra mejor en la figura 1, con frecuencia una pestaña longitudinal 16 dividida termina en una pestaña circunferencial 17 dividida, en la que tres secciones 5 de la carcasa del molino están conectadas entre sí a lo largo de sus respectivas pestañas longitudinales y circunferenciales. Esto crea un "punto duro" indicado de manera general mediante 18, donde se produce una concentración de tensión debida al cambio repentino en la rigidez de la pestaña longitudinal 16 dividida, con respecto a la pestaña circunferencial 17 dividida que se extiende en sentido transversal a la pestaña longitudinal dividida. Un elemento de distribución de tensiones en forma de "pestaña ficticia" 20, según una primera realización de la presente invención, está dispuesto para aliviar los efectos adversos de dichos puntos duros, distribuyendo la tensión o la carga en el punto duro a lo largo de su longitud, distribuyendo la carga de manera uniforme.

Haciendo referencia a la figura 2A, el elemento de distribución de tensiones 20 se muestra con más detalle, y comprende un cuerpo alargado 21 que tiene un extremo proximal 22 para conectar el elemento de distribución a la junta de la carcasa del molino formada por la pestaña longitudinal 16 dividida y la pestaña circunferencial 17 dividida. El cuerpo alargado 21 tiene, asimismo, un extremo distal 23, y varía en una dimensión desde el extremo proximal 22 hasta el extremo distal, para distribuir las fuerzas de tensión desde el extremo proximal hasta el extremo distal. En esta primera realización, esta dimensión es la altura 24 del cuerpo alargado 21. En otras palabras, el cuerpo alargado 21 tiene una altura 24 variable desde el extremo proximal 22 hasta el extremo distal 23.

Tal como se muestra mejor en la figura 2B, el cuerpo alargado 21 disminuye en altura 24 desde el extremo proximal 22 hasta el extremo distal 23. La disminución en altura (y, por lo tanto, en "grosor" en esta dimensión) se puede conseguir mediante disminuciones escalonadas, transiciones suaves, disminuciones graduales o cualquier combinación de estas opciones. Las disminuciones graduales o las transiciones suaves pueden ser tanto no lineales, tales como un perfil curvado o arqueado, como lineales, tal como una conicidad. En esta realización concreta, la disminución de la altura 24 es una mezcla de disminuciones escalonadas y transiciones suaves o disminuciones graduales. Desde el extremo proximal 22, una primera parte o sección 21a tiene una altura máxima inicial, seguida de una disminución no lineal en una segunda parte 21b en forma de una curva sinuosa a continuación, luego una tercera parte 21c de altura uniforme y, finalmente, una disminución lineal en una cuarta parte 21d en forma de una parte cónica.

Tal como se muestra mejor en la figura 2C, mientras que la altura 24 del cuerpo alargado 21 cambia desde el extremo proximal 22 al extremo distal 23, el cuerpo alargado 21 todavía tiene un grosor sustancialmente uniforme en su anchura 25.

Tal como se muestra mejor en la figura 2B, el cuerpo alargado 21 en su extremo proximal 23 y un lado de conexión 27 están conectados a una pestaña circunferencial 28 de la sección 5 de la carcasa del molino (que es una mitad de una sección circunferencial dividida de la carcasa) y a la superficie exterior 10 de la sección de la carcasa del molino.

Tal como se muestra mejor en la figura 1, la pestaña ficticia 20 está conectada a la pestaña circunferencial 28 de modo que está situada o es adyacente a una unión entre la pestaña longitudinal dividida 16 y la pestaña circunferencial 17. La pestaña ficticia 20 está dispuesta asimismo de modo que el cuerpo alargado 21 coincida con el eje longitudinal 29 de la pestaña longitudinal 16 dividida, preferentemente teniendo su eje longitudinal 29 alineado o coincidente con el eje longitudinal de la pestaña longitudinal 16 dividida. La estructura de la pestaña ficticia 20 con sus variaciones en altura da como resultado una rigidez controlada que permite que la pestaña ficticia distribuya uniformemente la tensión sobre la junta formada por las pestañas longitudinales divididas y circunferenciales divididas, eliminando o reduciendo de este modo, de manera efectiva el punto duro, y redistribuyendo la carga (tensión) soportada por la pestaña longitudinal 16 dividida.

En general, las variaciones en altura de la pestaña ficticia 20 a lo largo de su longitud desde el extremo proximal 22

hasta su extremo distal 23 dependerán de la rigidez de la forma geométrica de la pestaña dividida contigua, que puede ser única para cada combinación de diámetro del molino, longitud, dimensión de la pestaña y grosor de la sección de la carcasa. Sin embargo, la forma geométrica de la pestaña ficticia es ajustada, preferentemente, para que su rigidez se reduzca más rápidamente en las zonas o secciones no soldadas, en las que se puede aceptar una tensión mayor (en general, comprendiendo el lado "libre", no unido o distal opuesto al lado de conexión 27, la parte curvada 21b, la parte plana 21c y la parte cónica 21d) y, a continuación, se une suavemente donde existe soldadura a lo largo de su lado de conexión 27 y su extremo proximal 22. Esto garantiza que la carga (tensión) se distribuya con un uso eficiente del material. La altura y la longitud (y, por lo tanto, el perfil) pueden ser modificados o ajustados de este modo para adaptarse a la rigidez de la forma geométrica contigua de la junta formada por las pestañas longitudinales y circunferenciales 16, 17 divididas. Los inventores han descubierto que la rigidez de la pestaña ficticia 20 (a través de su dimensión variable tal como la altura y/o la anchura) pueden ser equilibradas o ajustadas utilizando técnicas avanzadas de análisis de elementos finitos (FEA, Finite Element Analysis) para conseguir la distribución uniforme deseada de la tensión.

Haciendo referencia a las figuras 3A a 3C, se muestra una segunda realización de la invención en forma de pestaña ficticia 30, en la que las características correspondientes han recibido los mismos números de referencia. En esta realización, el cuerpo alargado 31 tiene una disminución gradual en la altura desde el extremo proximal 22 hasta el extremo distal 23. Existe una altura inicial 32 máxima en una primera parte 31a, seguida de una transición suave a una base 34 en una segunda parte 31b en forma de una parte curvada cónica, tal como se muestra mejor en la figura 3B. Asimismo, la anchura 25 es también sustancialmente uniforme a lo largo de la longitud del cuerpo alargado 31 desde su extremo proximal 22 hasta su extremo distal 23, tal como se muestra mejor en la figura 3C.

Haciendo referencia a las figuras 4A a 4C, se muestra una tercera realización de la invención en forma de pestaña ficticia 40, en la que a las características correspondientes se les han asignado los mismos números de referencia. En esta realización, el cuerpo alargado 41 tiene una combinación de diferentes disminuciones graduales en altura desde el extremo proximal 22 hasta el extremo distal 23. Hay una altura inicial 42 máxima en una primera parte 41a, seguida de una disminución no lineal en una segunda parte 41b en forma de una parte sinuosa, a continuación, una parte plana 41c y, finalmente, una parte cónica 41d, como se muestra mejor en la figura 4B. A diferencia de las dos realizaciones anteriores, el cuerpo alargado 41 también tiene una anchura 45 decreciente a lo largo de su longitud desde su extremo proximal 22 hasta su extremo distal 23, tal como se muestra mejor en las figuras 4A y 4C. El cuerpo alargado 41 tiene una anchura inicial máxima en el caso de las partes 41a y 41b. El cuerpo alargado 41 se estrecha, a continuación, en anchura, en la parte 41c, por medio de una transición curvada o cónica. Por lo tanto, se mantiene la misma anchura para la parte 41d.

Haciendo referencia a las figuras 5A a 5C, se muestra una cuarta realización de la invención en forma de pestaña ficticia 50, en las que a las características correspondientes se les han asignado los mismos números de referencia. En esta realización, el cuerpo alargado 51 tiene una disminución gradual en altura desde el extremo proximal 22 hasta el extremo distal 23. Hay una altura inicial 52 máxima en una primera parte 51a, seguida de una disminución lineal en forma de una parte cónica, seguida por una parte plana 51c y, finalmente otra disminución lineal en forma de otra parte cónica 51d, tal como se muestra mejor en la figura 5B. Asimismo, la anchura 55 también es sustancialmente uniforme a lo largo de la longitud del cuerpo alargado 51 desde su extremo proximal 22 hasta su extremo distal 23, tal como se muestra mejor en la figura 5C.

La segunda, tercera y cuarta realizaciones funcionan de la misma manera que la primera realización descrita anteriormente y, por lo tanto, no se repetirán. En otras formas preferentes, el cuerpo alargado tiene una disminución escalonada en la altura de dicho cuerpo alargado desde el extremo proximal hasta el extremo distal. Este puede adoptar la forma de una serie de partes escalonadas descendentes desde el extremo proximal hasta el extremo distal.

En otra forma preferente, el cuerpo alargado tiene una anchura variable desde el extremo proximal hasta el extremo distal, similar a las disminuciones de anchura desde el extremo proximal hasta el extremo distal en la tercera realización mostrada en las figuras 4A a 4C, pero sin variación en su altura.

Haciendo referencia a las figuras 6A a 6E, se muestra una quinta realización de la invención en la que se han asignado los mismos números de referencia a las características correspondientes. En esta quinta realización existe una pluralidad de pestañas ficticias 60 conectadas por sus extremos proximales respectivos 22 a la pestaña circunferencial 28. Las pestañas ficticias están dispuestas de modo que haya como mínimo dos pestañas ficticias de la misma o igual longitud, siendo las pestañas ficticias 60a de la misma longitud, siendo las pestañas ficticias 60b de la misma longitud y siendo las pestañas ficticias 60c de la misma longitud. Cada par de pestañas ficticias tiene asimismo una longitud diferente a la de los otros pares de pestañas ficticias. En este caso, las pestañas ficticias 60a son las más largas, las pestañas ficticias 60 son más cortas y las pestañas ficticias 60c son las más cortas. Cada par de pestañas ficticias tiene asimismo una altura variable 24 pero una anchura uniforme 25, tal como se muestra mejor en las figuras 6B a 6E.

Las pestañas ficticias 60a tienen un perfil idéntico al de la primera realización mostrada en las figuras 2A a 2C, por lo

que no se repetirá su descripción. Las pestañas ficticias 60b disminuyen gradualmente en altura, comenzando con una primera parte 61a en el extremo proximal 22 que es seguida por una parte sinuosa o curvada 61b, a continuación, una parte plana 61c y, finalmente, una parte curvada 61d que termina en el extremo distal 23. Las pestañas ficticias 60c disminuyen en altura más rápidamente que las otras pestañas ficticias 60a, 60b debido a su longitud relativamente corta, teniendo una primera parte 61a en el extremo proximal 22 y, a continuación, una parte curvada 61e que termina en el extremo distal 23.

Las pestañas ficticias 60a, 60b, 60c están dispuestas de modo que las pestañas ficticias 60a más largas son sustancialmente paralelas entre sí y están cerca o son adyacentes al punto duro, donde la pestaña circunferencial 17 dividida (una mitad de la cual está formada por la pestaña circunferencial 28) se encuentra con una pestaña longitudinal 16 dividida. Las otras pestañas ficticias 60b, 60c de longitud progresivamente más corta también están dispuestas a ambos lados de las pestañas ficticias 60a. Esta disposición de las pestañas ficticias 60a, 60b, 60c distribuye aún más las fuerzas de tensión lejos del punto duro y, por lo tanto, atenúa sus efectos negativos sobre la integridad de la unión.

En las figuras 7A a 7B se muestra una sexta realización de la invención, en las que se han asignado los mismos números de referencia a las características correspondientes. En esta sexta realización, la disposición de las pestañas ficticias 60a, 60b y 60c de las figuras 6A a 6E ha sido alterada eliminando una pestaña ficticia 60a de modo que haya pestañas ficticias 60b, 60c de longitud progresivamente más corta a cada lado de la pestaña ficticia 60a. De nuevo, las pestañas ficticias están dispuestas sustancialmente paralelas entre sí y cerca o adyacentes al punto duro. En este caso, la pestaña ficticia 60a estaría situada de modo que esté sustancialmente alineada con la pestaña longitudinal 16 dividida que se formaría en el otro lado de la pestaña circunferencial 28. Es decir, la pestaña ficticia 60a coincide con el eje longitudinal de la pestaña longitudinal 16 dividida (y por lo tanto las otras pestañas ficticias 60b, 60c son paralelas a este eje longitudinal).

A continuación, se describirá un ejemplo de la segunda realización, haciendo referencia a las figuras 8A y 8B, en las que a las características correspondientes se les han asignado los mismos números de referencia.

Ejemplo

La figura 8A muestra la amplitud de tensiones máximas en una típica junta 70 de carcasa de molino, utilizando técnicas de FEA. La junta 70 comprende una pestaña longitudinal 16 dividida que se une a una pestaña circunferencial 17 dividida, que se compone de dos pestañas circunferenciales 28 de secciones 5 contiguas de la carcasa del molino. El punto duro 71 se produce en la unión de la pestaña longitudinal 16 dividida y la pestaña circunferencial 17 dividida, donde existe una amplitud de tensiones de aproximadamente 85 MPa. La zona 72 que rodea el punto duro tiene una amplitud de tensiones de aproximadamente 65 MPa.

En comparación, la figura 8B muestra las tensiones donde la pestaña ficticia 20 está conectada a la junta 70. La amplitud de tensión 75 en el radio de soldadura, donde habría estado el punto duro, es, ahora, de aproximadamente 52,5 MPa. La pestaña ficticia 20 ha distribuido las fuerzas de tensión del punto duro a lo largo de su longitud de tal manera que existe una pequeña zona 76 en la que la tensión es de aproximadamente 80 MPa, comparable al punto duro de la figura 8A, pero en una zona sin soldaduras. De manera similar, en la sección 5 de la carcasa del molino, solo hay una amplitud de tensión de menos de 30 MPa, lejos de las áreas soldadas y donde la amplitud de tensión admisible es de 78 MPa. El uso de la pestaña ficticia da como resultado de este modo un diseño de carcasa de molino que cumple con el límite permisible de 53 MPa que se deriva de la norma británica 7608, que, en general, es aceptada como un estándar de la industria. Por lo tanto, la utilización de una pestaña ficticia minimiza el riesgo de puntos duros que aumentan la fatiga en la sección de la carcasa del molino y, por lo tanto, el agrietamiento y los fallos de la carcasa del molino. En consecuencia, las secciones de la carcasa del molino pueden ser fabricadas con un menor grosor, reduciendo la masa de la carcasa del molino, los costes asociados y el desperdicio de material.

En cada una de las realizaciones descritas anteriormente, el cuerpo alargado de la pestaña ficticia tiene un perfil similar a un nervio o a una aleta. Sin embargo, se pueden utilizar otros perfiles, tal como un perfil parcialmente curvado o sinuoso, tal como se muestra mejor en las figuras 9A y 9B. En la figura 9A, la pestaña ficticia 80 tiene un cuerpo alargado 80 con una sección 82 parcialmente curvada, que crea un perfil parcialmente curvado. De manera similar, en la figura 9B, la pestaña ficticia 84 tiene un cuerpo alargado 85 con una parte sinuosa 86, que crea un perfil parcialmente sinuoso. En otra forma preferente, tal como se muestra mejor en la figura 11, la pestaña ficticia 100 tiene un cuerpo alargado 21, similar a las realizaciones descritas anteriormente, desde el cual se extienden cuerpos alargados adicionales 101 de longitud más corta, como ramas del tronco de un árbol. Las "ramas" 101 pueden estar dispuestas simétricamente alrededor del "tronco" 21 (tal como se muestra mediante el par de ramas más bajo en la figura 11) o desplazadas entre sí (tal como se muestra mediante el par de ramas más alto en la figura 11).

En otras formas preferentes, la invención da a conocer un conjunto de distribución de tensiones para una junta de una carcasa de molino, que comprende un cubo y una pluralidad de elementos de distribución de tensiones según el primer aspecto de la presente invención, en el que dicho cubo está unido a los respectivos extremos proximales de

cada uno de dichos elementos de distribución de tensiones, pudiendo conectarse dicho cubo a dicha junta de carcasa de molino. En esta forma preferente, el cubo actúa como un elemento de conexión intermedio, para conectar los elementos de distribución de tensiones a la junta de la carcasa del molino, así como una conexión central para los elementos de distribución de tensiones. El cubo puede ser sustancialmente lineal y extenderse sustancialmente ortogonal a los elementos de distribución de tensiones. Tal como se muestra mejor en la figura 10A, el conjunto 90 de distribución de tensiones tiene un cubo lineal 91 al que están conectados los respectivos extremos proximales 22 de las pestañas ficticias 60a, 60b, 60c de las figuras 6A a 7B, y, a continuación, el cubo 91 es conectado a la pestaña circunferencial 28. Alternativamente, el cubo es bulboso o semi-hemisférico, con los elementos de distribución de tensiones que se extienden de manera divergente o radial hacia el exterior desde el cubo, como los rayos del sol. Tal como se muestra mejor en figura 10B, el conjunto de distribución de tensiones 95 tiene un cubo hemisférico 96 al que están conectados los respectivos extremos proximales 22 de las pestañas ficticias 97, estando el cubo 96 conectado a la pestaña circunferencial 28.

Se apreciará, además que cualesquiera de las características de las realizaciones preferentes de la invención pueden ser combinadas entre sí y no son aplicadas necesariamente de manera aislada entre sí. Por ejemplo, el sistema de distribución de tensiones mostrado en las figuras 6A a 7B puede tener pestañas ficticias de diferentes tipos juntas, tal como la pestaña ficticia 40 de las figuras 4A a 4C, que tiene una anchura reducida y la pestaña ficticia 95 de la figura 10B, que tiene un perfil parcialmente sinuoso.

Asimismo, aunque la realización preferente de la invención se ha descrito en relación con las pestañas longitudinales y circunferenciales de una carcasa de molino, se comprenderá que cada uno de los aspectos de la invención y las características preferentes correspondientes también son aplicables a pestañas, uniones y otras características no simétricas con respecto a un eje en otros tipos de construcciones y de estructuras, tales como hornos industriales.

Tal como se utiliza en el presente documento, a menos que se especifique otra cosa, la utilización de los adjetivos ordinales "primero", "segundo", "tercero", etc., para describir un objeto común, simplemente indica que se hace referencia a diferentes instancias de objetos similares, y no pretenden implicar que los objetos descritos de esta manera deban estar en una secuencia determinada, ya sea temporal, espacialmente, en orden de importancia o de cualquier otra manera.

Al proporcionar un elemento de distribución de tensiones que reduce o elimina los puntos duros que se desarrollan en la carcasa del molino ensamblado, la invención garantiza que las carcasas de molino puedan ser diseñadas con el grosor óptimo de sección de la carcasa del molino, mientras se evitan los riesgos asociados con el desarrollo de puntos duros en la carcasa del molino, minimizando, por lo tanto, el riesgo de agrietamiento y de fallo de la carcasa del molino. Además, como se puede optimizar el grosor de la sección de la carcasa del molino, la masa de la carcasa del molino puede ser reducida significativamente. También se produce una reducción en los costes de fabricación cuando se utilizan secciones de carcasa de molino más delgadas y se reduce el desperdicio de material. Además, el perfil del elemento de distribución de tensiones en términos de su dimensión variable (ya sea altura y/o anchura) puede ser adaptado utilizando técnicas de FEA a las diferentes tensiones causadas por diferentes características en carcasas de molinos concretos debido a diferentes grosores en las pestañas (o a otras características no simétricas con respecto a un eje), diferentes materiales de la sección de la carcasa del molino y otros parámetros físicos. Asimismo, el elemento de distribución de tensiones se puede adaptar fácilmente a las carcasas de los molinos existentes. En todos estos aspectos, la invención representa una mejora práctica y comercialmente significativa sobre la técnica anterior.

Aunque la invención ha sido descrita haciendo referencia a ejemplos específicos, los expertos en la materia apreciarán que la invención se puede realizar de muchas otras formas, siempre que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Carcasa de molino, que comprende:

- 5 una pluralidad de secciones de carcasa de molino conectadas entre sí, teniendo cada una de dichas secciones de carcasa de molino una superficie exterior en forma de arco y, como mínimo, una pestaña (11, 12) conectada a dicha superficie exterior para conectar secciones de carcasa de molino adyacentes entre sí, dicha sección de carcasa de molino con otra sección de carcasa de molino, **caracterizada por que** la carcasa del molino comprende, además,
- 10 uno o varios elementos (20) de distribución de tensiones para la junta de la carcasa del molino, comprendiendo el elemento de distribución de tensiones un cuerpo alargado (21) que tiene un extremo proximal (22) para conectar dicho elemento de distribución de tensiones a dicha junta de la carcasa del molino, y un extremo distal (23), en el que dicho cuerpo alargado varía en una dimensión desde dicho extremo proximal hasta dicho extremo distal, para distribuir ampliamente la tensión desde dicho extremo proximal a dicho extremo distal, o un conjunto de distribución de tensiones,
- 15 en el que dicho conjunto de distribución de tensiones comprende un cubo (91, 96) y una pluralidad de dichos elementos de distribución de tensiones, estando conectado dicho cubo a los respectivos extremos proximales de cada uno de dichos elementos de distribución de tensiones, pudiendo ser conectado dicho cubo a dicha junta de la carcasa de un molino, en donde dichos elementos de distribución de tensiones se extienden sustancialmente paralelos entre sí o sustancialmente divergentes de dicho cubo, o un sistema de distribución de tensiones,
- 20 en el que dicho sistema de distribución de tensiones comprende una pluralidad de dichos elementos de distribución de tensiones (20), en el que dichos elementos de distribución de tensiones pueden ser conectados en sus respectivos extremos proximales (22) a dicha junta de carcasa de molino, extendiéndose dichos elementos de distribución de tensiones sustancialmente paralelos entre sí o sustancialmente divergentes de dicha junta de carcasa de molino,
- 25 en el que dos secciones de la carcasa del molino tienen cada una las pestañas lineales respectivas conectadas entre sí para formar una pestaña longitudinal (11) que se extiende paralela al eje longitudinal de dicha carcasa del molino y a las respectivas pestañas arqueadas para conectar dichas dos secciones de la carcasa del molino a una tercera sección de la carcasa del molino;
- 30 en el que dicha tercera sección de la carcasa del molino comprende una pestaña arqueada conectada a dichas respectivas pestañas arqueadas de dichas dos secciones de la carcasa del molino para formar una pestaña circunferencial (12) que se extiende a lo largo la circunferencia de dicha carcasa de molino, en el que dicha pestaña longitudinal y dicha pestaña circunferencial (11, 12) están conectadas entre sí para formar una junta de carcasa de molino, y
- 35 en el que dicho extremo proximal (22) de cada elemento de distribución de tensiones o dicho cubo de dicho conjunto de distribución de tensiones está conectado a dicha junta de carcasa de molino para distribuir las fuerzas de tensión desde dicha junta de carcasa de molino.

2. Carcasa de molino, según la reivindicación 1, en la que dicho extremo proximal de cada elemento de distribución de tensiones (20) o dicho cubo de dicho conjunto de distribución de tensiones está conectado a dicha junta de carcasa de molino de modo que el eje longitudinal de dicho cuerpo alargado (21) de, como mínimo, dicho único elemento de distribución de tensiones o cada uno de dichos cuerpos alargados (21) de dicho conjunto de distribución de tensiones es coincidente o es paralelo al eje longitudinal de dicha pestaña longitudinal (11).

3. Carcasa de molino, según la reivindicación 1 o 2, en la que dicho cuerpo alargado (21) de cada elemento de distribución de tensiones o cada cuerpo alargado (21) de dicho conjunto de distribución de tensiones está conectado a dicha tercera sección de la carcasa de molino.

4. Carcasa de molino, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que dicho extremo proximal (22) o dicho cubo está conectado a dicha pestaña circunferencial (12).

5. Carcasa de molino, según la reivindicación 4, en la que dicho extremo proximal (22) o dicho cubo está conectado a dicha pestaña circunferencial (12) en un lado opuesto a dicha pestaña longitudinal (11).

6. Carcasa de molino, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que dicho extremo proximal (22) o dicho cubo está conectado a una unión entre dicha pestaña longitudinal y dicha pestaña circunferencial (11, 12).

7. Procedimiento de distribución de tensiones de una unión de una carcasa de molino, según la reivindicación 1, comprendiendo dicho procedimiento conectar uno o varios elementos de distribución de tensiones (20), el conjunto de distribución de tensiones o el sistema de distribución de tensiones definido en la reivindicación 1 por sus respectivos extremos proximales, o dicho cubo a dicha junta de la carcasa del molino.

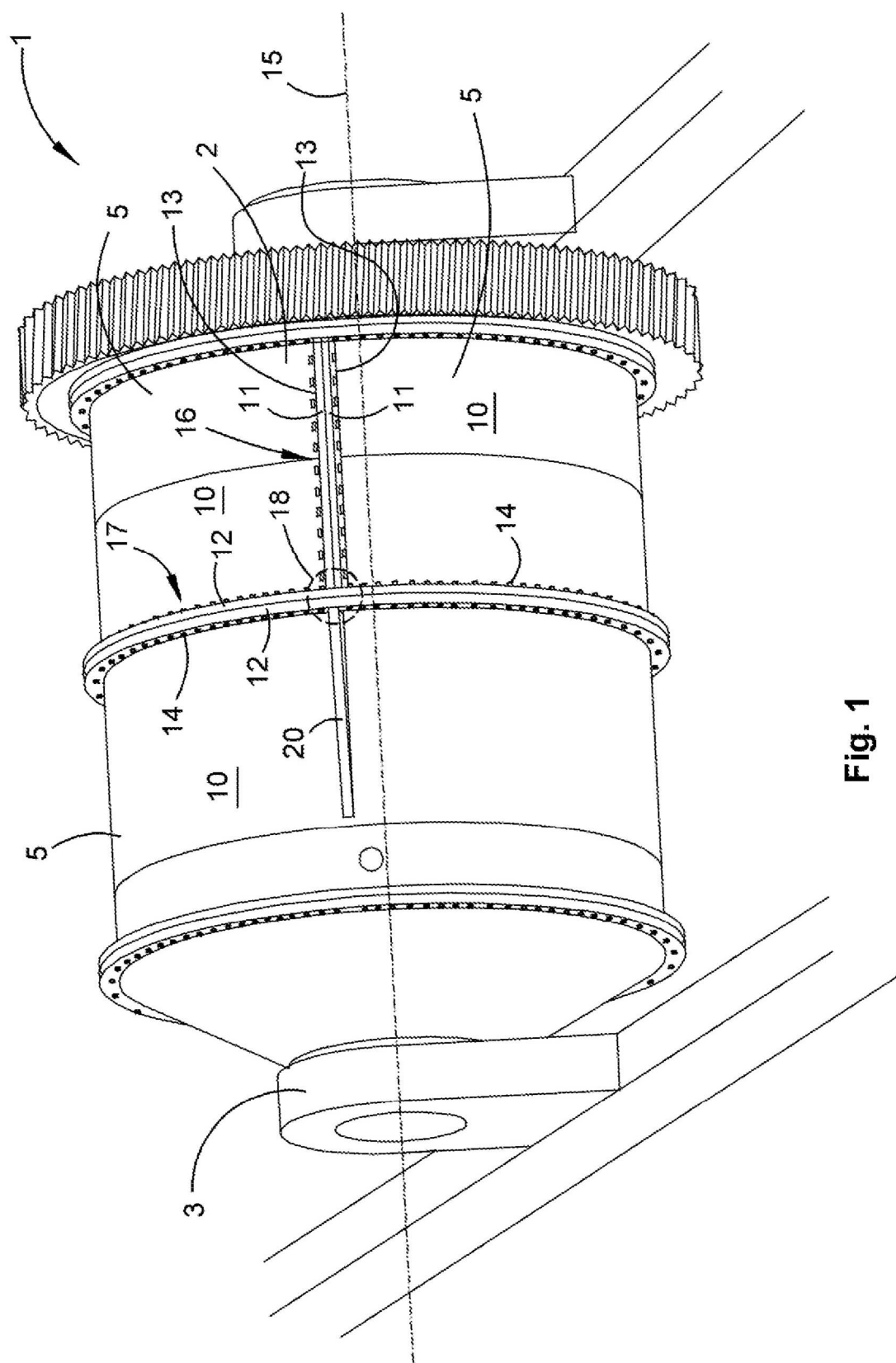


Fig. 1

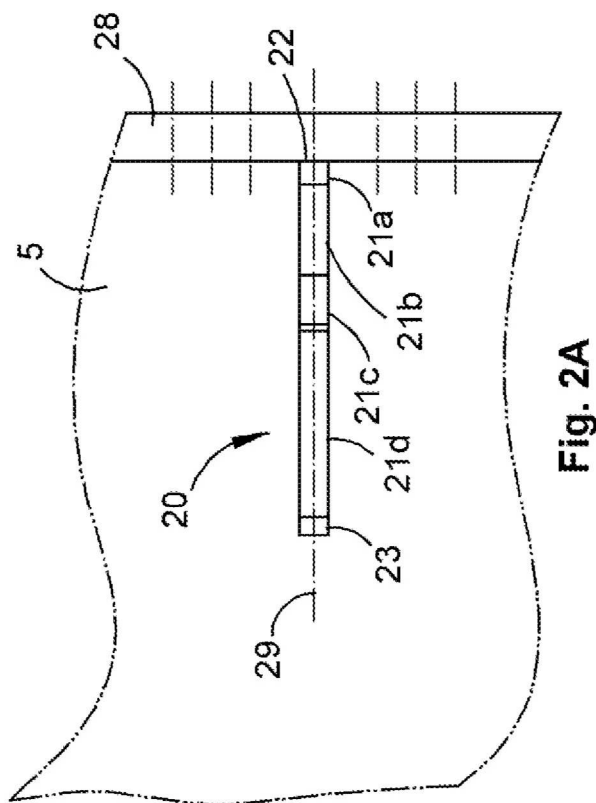


Fig. 2A

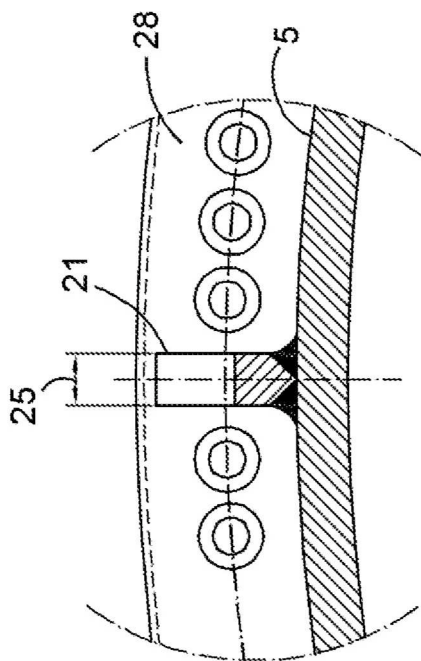


Fig. 2C

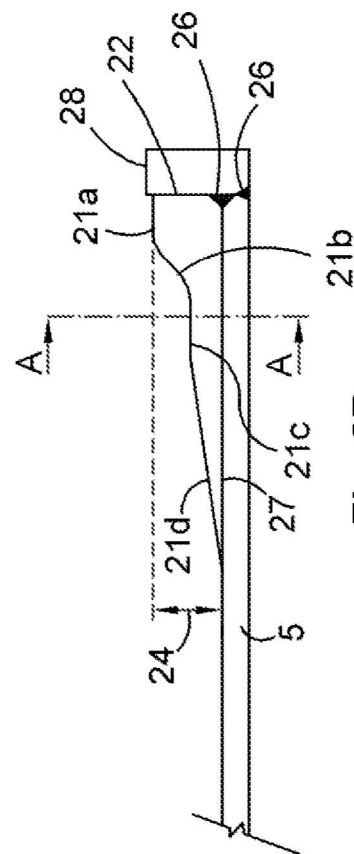
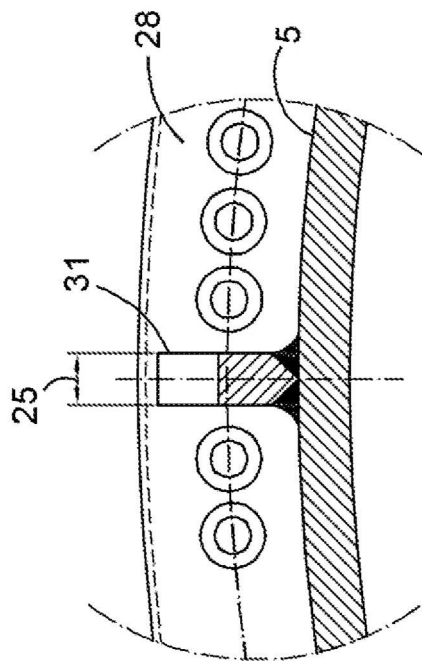
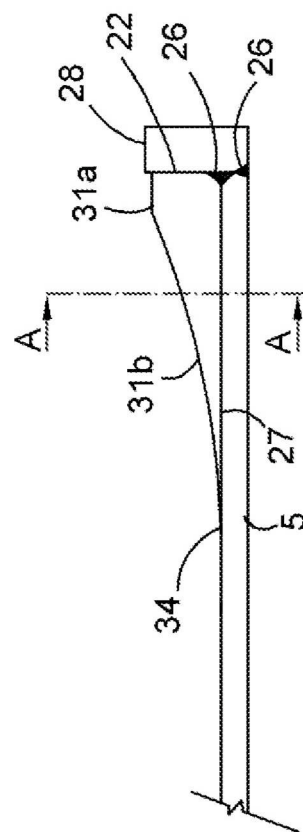
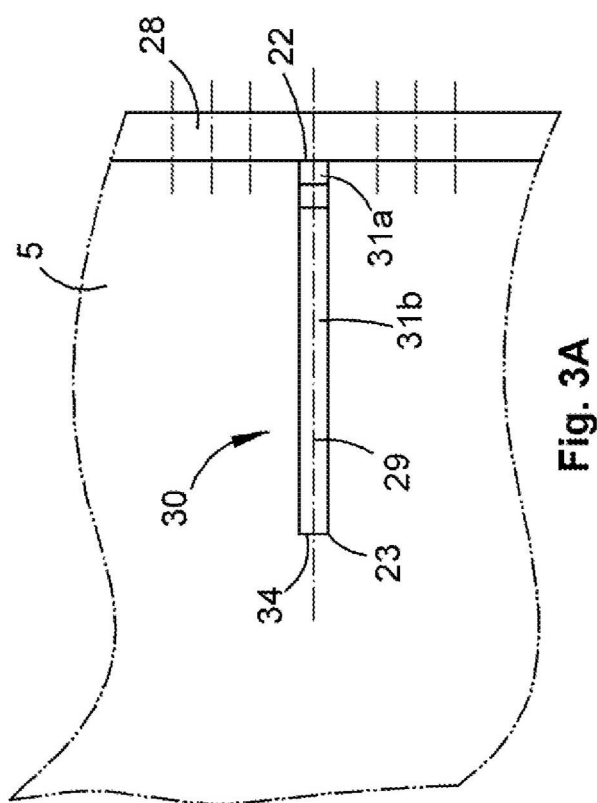
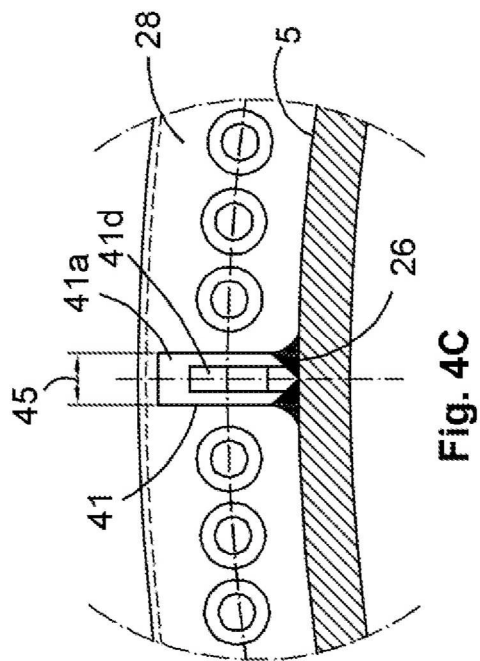
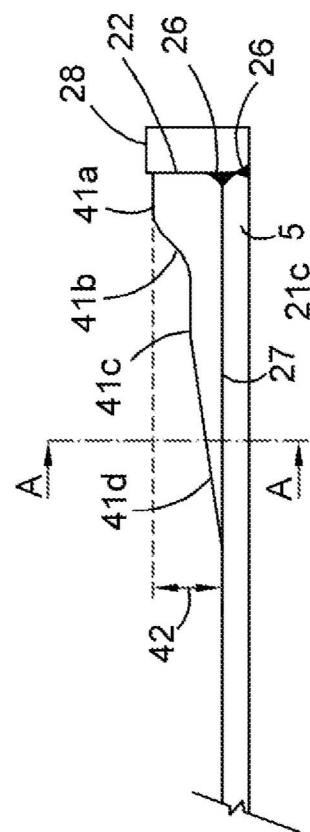
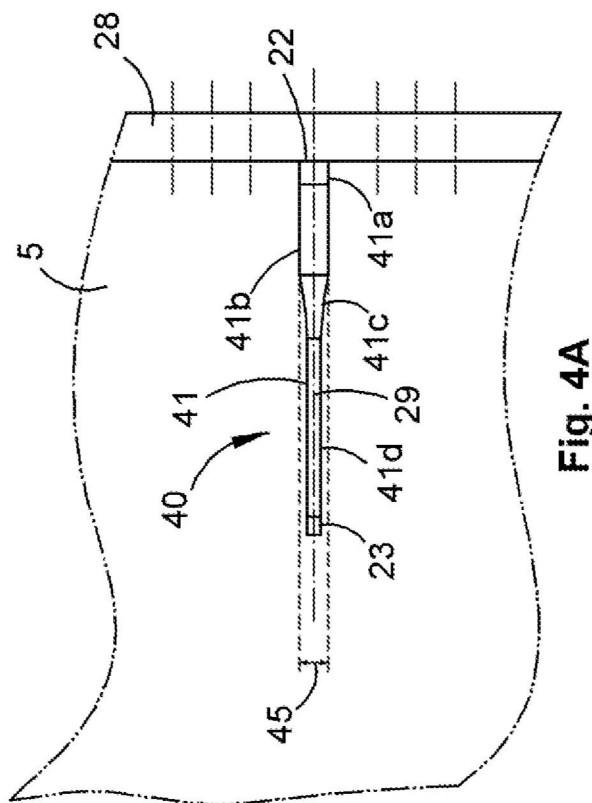


Fig. 2B





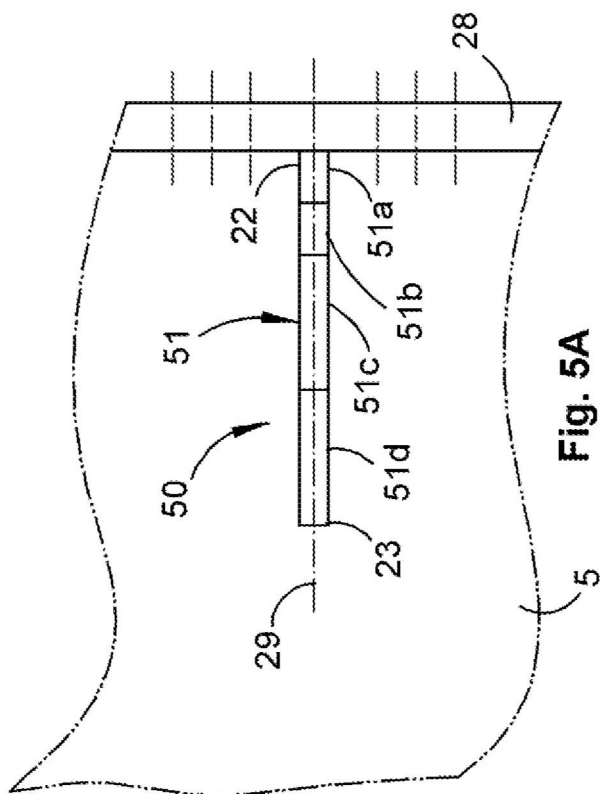


Fig. 5A

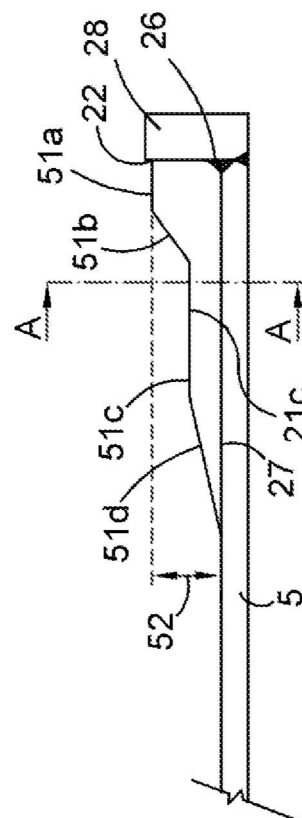


Fig. 5B

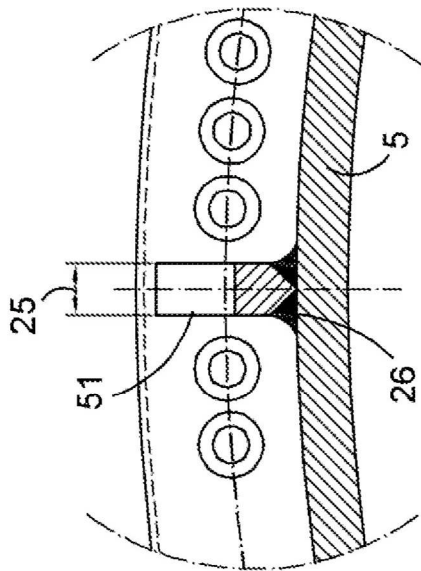
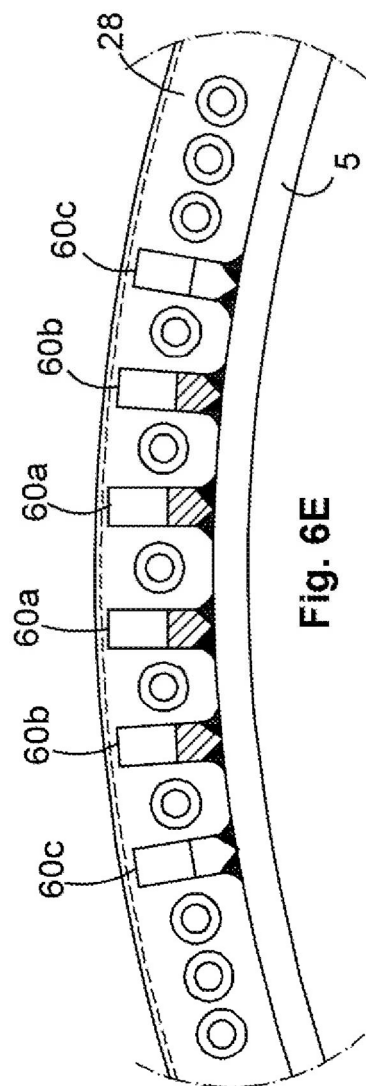
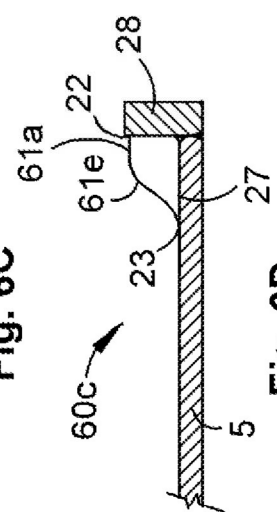
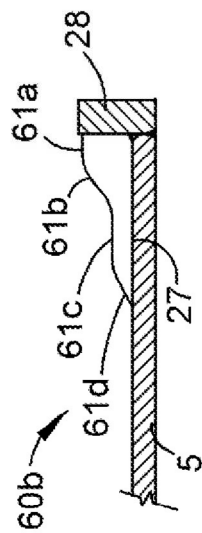
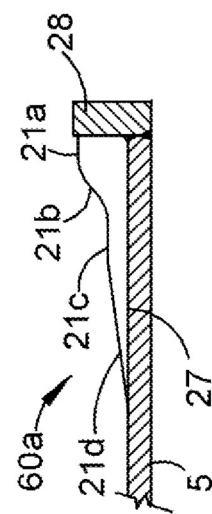
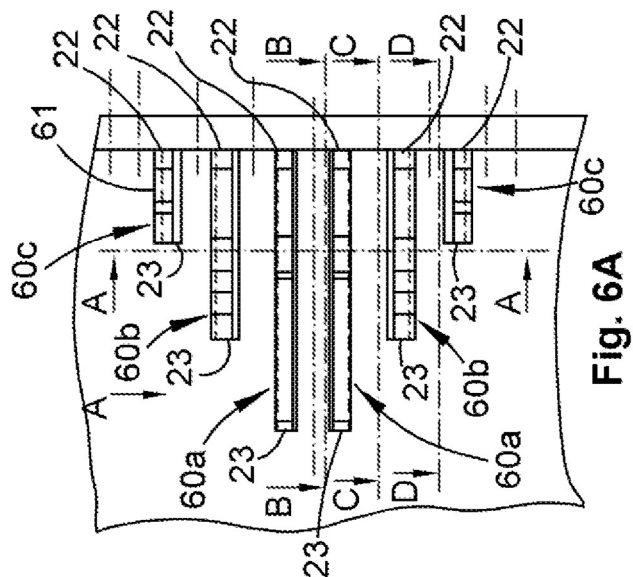


Fig. 5C



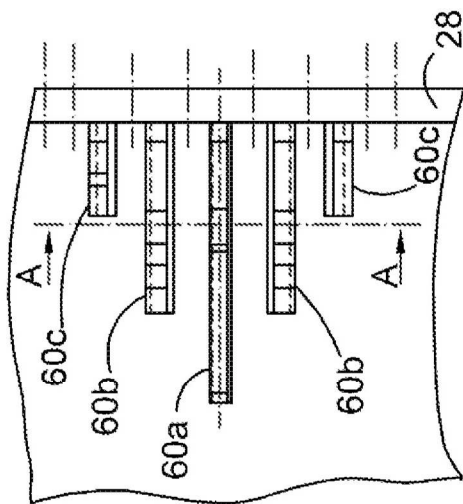


Fig. 7A

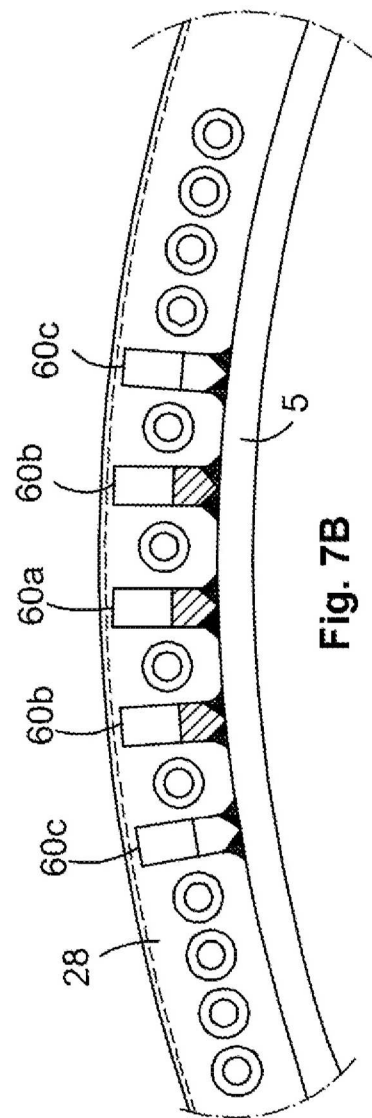


Fig. 7B

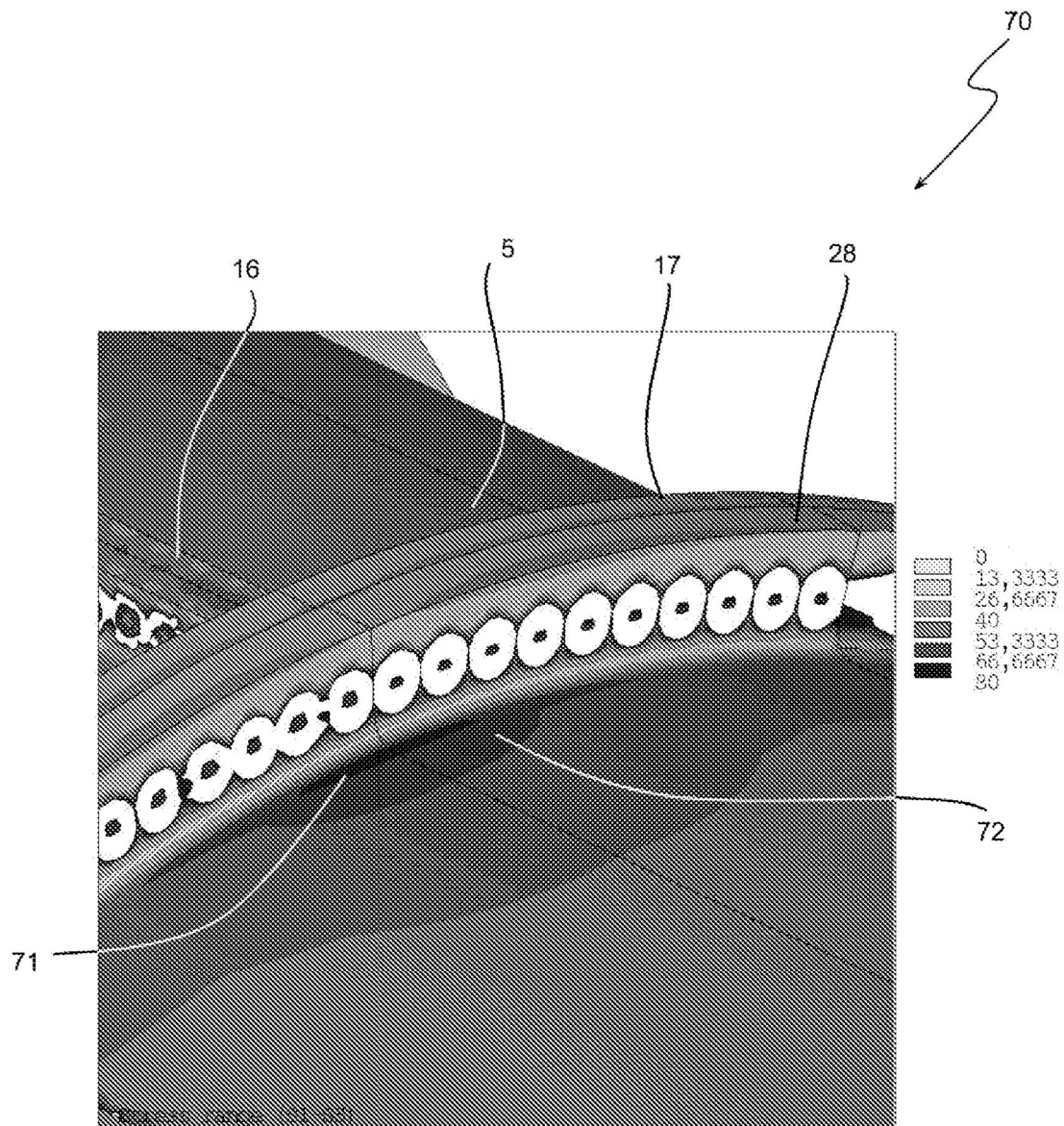


Figura 8A

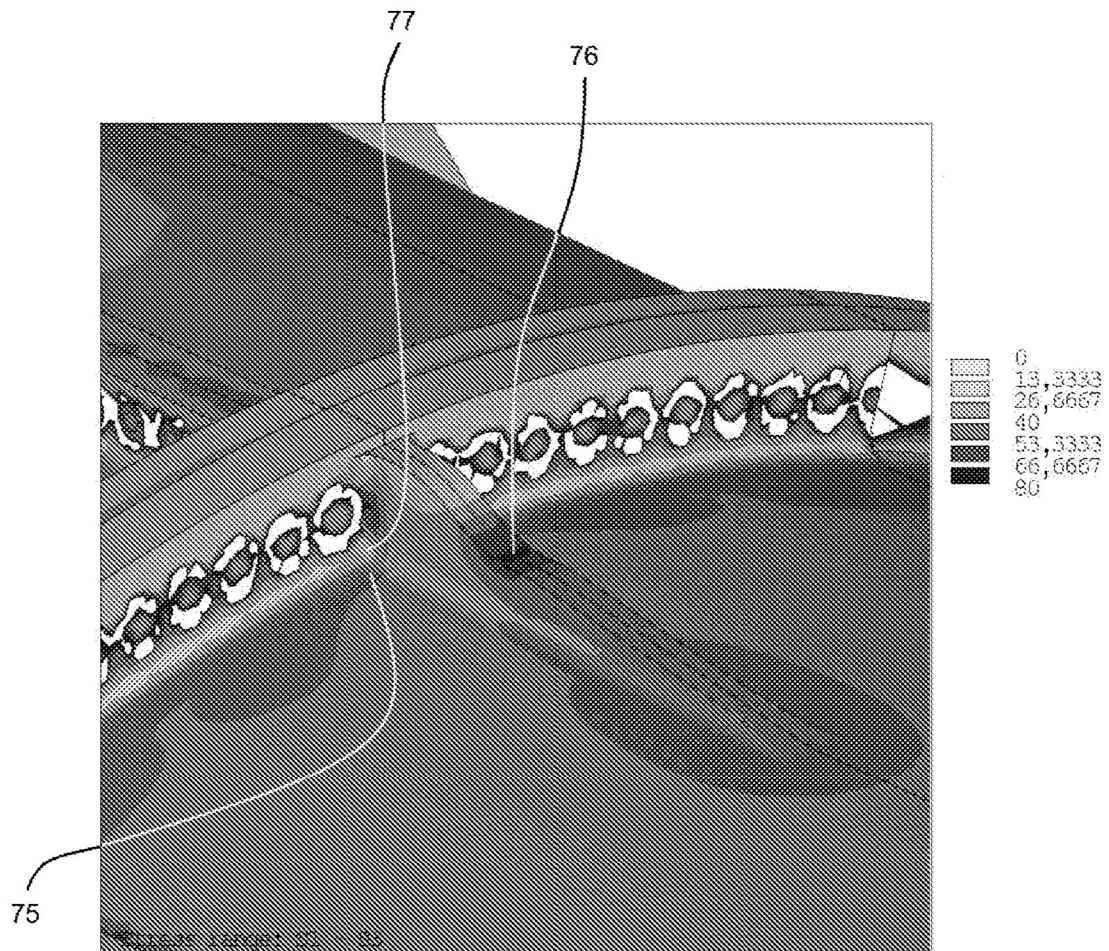


Figura 8B

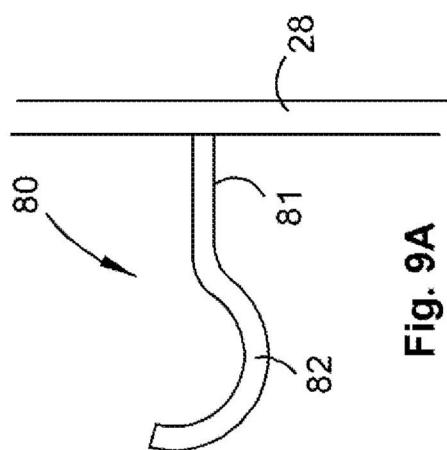


Fig. 9A

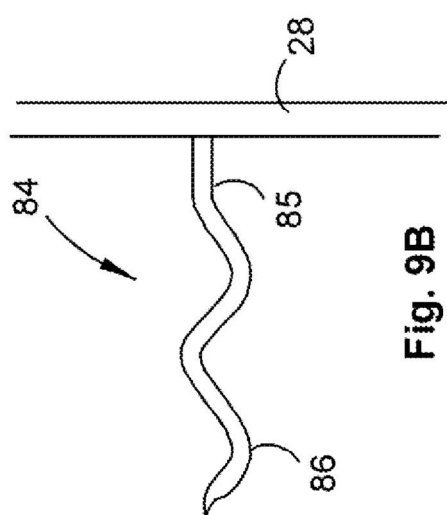


Fig. 9B

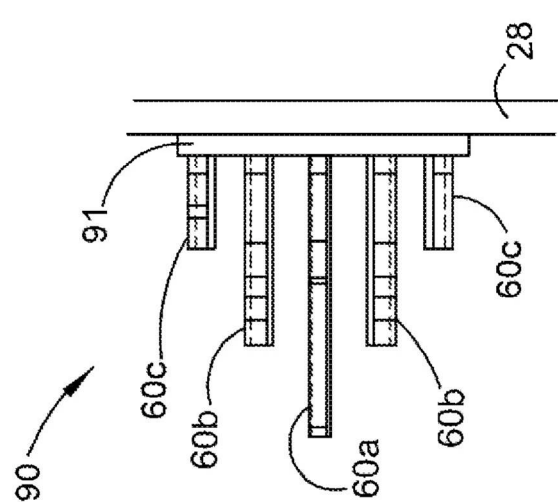


Fig. 10A

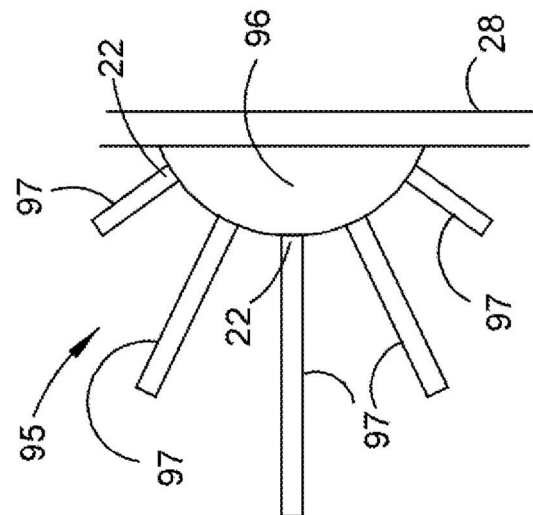


Fig. 10B

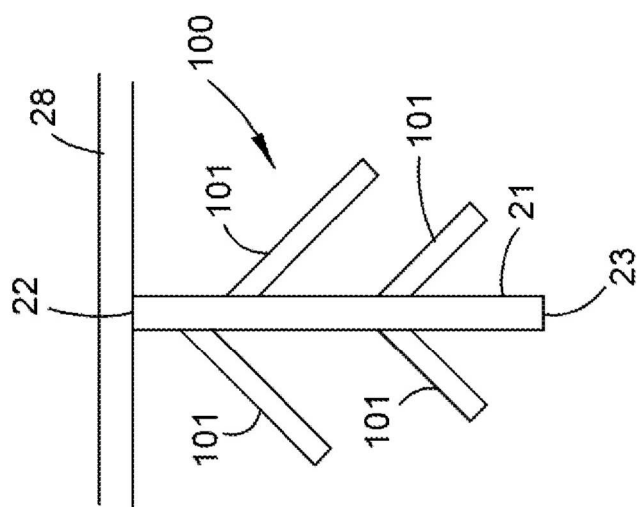


Fig. 11

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- US 20080210797 A1