



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 341**

51 Int. Cl.:
F16D 13/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05810445 .6**

96 Fecha de presentación : **06.10.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1802878**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.07.2007**

54 Título: **Procedimiento y aparato para componentes de acoplamiento.**

30 Prioridad: **11.10.2004 US 963209**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.08.2011

73 Titular/es: **KAMATICS CORPORATION**
1330 Blue Hills Avenue
Bloomfield, Connecticut 06002, US

72 Inventor/es: **Wieslaw, Muskus;**
Parekh, Jyotish y
Post, Jeffrey

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 364 341 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

Procedimiento y aparato para componentes de acoplamiento.

5 Antecedentes

Para adaptarse a la transferencia de par y a la desalineación potencial entre elementos rotativos tales como los ejes, hasta el momento se han utilizado acoplamientos flexibles. Dichos acoplamientos están conectados por medio de bridas o conexiones acanaladas y están especialmente diseñados para transmitir el par de un componente a otro, mientras amortiguan y disipan los efectos de la desalineación.

En la patente US nº 3.455.013, se da a conocer un acoplamiento metálico unitario de una sola pieza de metal según el preámbulo de la reivindicación 1.

15 Aunque existen muchos de dichos acoplamientos, todos ellos adolecen de un grado de flexibilidad limitado. Una forma común de incrementar la tolerancia a la desalineación es la de incorporar elementos flexibles adicionales. No obstante, esto da por resultado una estructura más pesada y más costosa y comúnmente la generación de puntos de concentración de tensiones ocasionadas por el procedimiento de fabricación. No obstante, es posible aumentar en cierta medida la flexibilidad en detrimento del rendimiento.

20 Un factor desencadenante común relacionado con las sacudidas de los acoplamientos de técnica anterior es la formación de fracturas por fatiga. Estas se pueden formar tanto debido a la falta de flexibilidad (rigidez) general del acoplamiento como debido a la presencia de puntos de concentración de tensiones individuales en el acoplamiento. Parte de la rigidez estructural (material y puntos de concentración de tensiones) de los diseños comerciales disponibles en la actualidad proviene de los medios de fabricación del acoplamiento. Un ejemplo de procedimiento comúnmente asociado a la generación de puntos de concentración de tensiones en un acoplamiento es el procedimiento de soldadura para unir membranas adyacentes. La soldadura causa un cambio de fase localizado en el metal de los discos, que a menudo provoca un cambio en la dureza y las propiedades de tratamiento térmico del acoplamiento en la zona. Otra deficiencia de los acoplamientos de técnica anterior es que pueden presentar una rigidez axial muy baja debido a factores de diseño intrínsecos y al procedimiento de fabricación. Esta baja rigidez puede plantear problemas de vibraciones que pueden provocar fallos en los elementos de flexión.

35 Los anteriores y otros inconvenientes inherentes a la técnica anterior se han tolerado durante un largo período de tiempo, debido a la ausencia de otras alternativas viables. Sin embargo, sería muy beneficiosa para la técnica la disponibilidad de un acoplamiento flexible más duradero.

Sumario

40 En la presente memoria, se da a conocer un acoplamiento metálico unitario de una sola pieza de metal según la reivindicación 1.

Además, se da a conocer un procedimiento para fabricar un acoplamiento flexible de una sola pieza y construcción unitaria según la reivindicación 12.

45 Breve descripción de los dibujos

Haciendo referencia a los ejemplos de dibujos, en los que los elementos similares se numeran de forma similar en las diversas figuras:

50 la figura 1 es una vista en perspectiva de una forma de realización del acoplamiento;

la figura 2 es una vista lateral de un acoplamiento similar al de la figura 1;

55 la figura 3 es una vista en perspectiva parcialmente en sección del acoplamiento ilustrado en la figura 1;

la figura 4 es una representación de una vista en sección transversal de un acoplamiento según la presente invención y un acoplamiento de espesor fijo para mostrar los puntos para el análisis de esfuerzos;

60 la figura 5 es una representación gráfica de la tensión debida al par en los puntos indicados en la figura 4;

la figura 6 es una representación gráfica de la tensión debida a la desalineación angular en los puntos indicados en la figura 4; y

65 la figura 7 es una vista en sección transversal de una forma de realización similar del acoplamiento que no corresponde a la presente invención;

la figura 8 es una vista en perspectiva de la forma de realización del acoplamiento ilustrada en la figura 7;

la figura 9 es una representación esquemática en perspectiva de una fresa para fabricar el acoplamiento según la presente invención; y

la figura 10 es una representación de una sección transversal de una circunvolución mecanizada en profundidad que ilustra la geometría interna de la misma.

Descripción detallada

Inicialmente, en esta exposición, se describen en primer lugar las formas de realización del propio acoplamiento y a continuación, un procedimiento para la fabricación de los acoplamientos.

Haciendo referencia a la figura 1, se ilustra una vista en perspectiva de una forma de realización del acoplamiento flexible 10 dado a conocer. El acoplamiento flexible 10 puede ser (tal como se ilustra) un acoplamiento de tipo disco. La forma de realización ilustrada en particular comprende tres circunvoluciones 14, 18 y 22. Sin embargo, pueden utilizarse más o menos circunvoluciones. El acoplamiento 10 comprende un primer extremo 26 y un segundo extremo 30 dispuestos para conectarse a un primer y un segundo ejes (no representados). Las configuraciones para los extremos 26 y 30 comprenden bridas, conexiones acanaladas, conexiones roscadas, recorridos en formas geométricas, etc. En la forma de realización de la figura 1, el primer extremo 26 es una primera brida, y el segundo extremo 30 es una segunda brida. Aunque las bridas 26 y 30 ilustradas carecen de aberturas, estas pueden comprender unas aberturas para el paso de unos medios de unión. También debe observarse que las circunvoluciones ilustradas en la figura 1 carecen de aberturas. En algunas formas de realización del acoplamiento dado a conocer en la presente memoria, están previstas unas aberturas 32 (ilustradas en la figura 2). Estas aberturas facilitan los procesos de nitruración, en caso de emplearse, y también son operativas para la evacuación de humedad desde el interior del acoplamiento durante el funcionamiento.

Haciendo referencia a la figura 3, se ilustra una vista parcialmente en sección del acoplamiento flexible 10. Esta vista provee acceso visual tanto al interior del acoplamiento como al espesor del material del acoplamiento. El acoplamiento 10 comprende una superficie interna 34 y una superficie externa 38. Entre las superficies, el espesor del material no es fijo, sino que se reduce gradualmente al aumentar la distancia radial desde el eje del acoplamiento, conforme a unos parámetros particulares que se describirán más adelante. Asimismo, es importante tener en cuenta que la superficie externa que empieza en la raíz de cada circunvolución es redondeada. En el acoplamiento ilustrado, la superficie es una superficie redondeada compuesta. En la superficie interna, cerca de la raíz de la circunvolución, se forma un ángulo con la finalidad de reducir la tensión. En la figura 4, se representa la superficie externa 40 y la superficie interna 42. La figura 4 ilustra una sección transversal representativa 44 de una de las circunvoluciones de un acoplamiento según la presente invención (disco 1), y superpuesta en líneas discontinuas (cuando es visible), una representación de una sección transversal 46 de un acoplamiento de espesor fijo (disco 2). El propósito de la ilustración es representar la variación de espesor en el acoplamiento dado a conocer en la presente memoria y los lugares en los que se miden los puntos de tensión (números 1 a 23) para un análisis de elementos finitos, cuyos resultados se representan gráficamente en las figuras 5 y 6. La figura 5 representa la tensión asociada al par aplicado, mientras que la figura 6 representa la tensión asociada a la desalineación de los ejes que engranan en el acoplamiento. La reducción de la tensión del acoplamiento es fácilmente apreciable según la presente exposición. En el acoplamiento dado a conocer (disco 1), se utiliza una superficie externa redondeada de sección decreciente 40 y una superficie interna inclinada 42 situada próxima al diámetro interno del acoplamiento flexible para obtener una distribución de espesor adaptada, reducir las tensiones y obtener una distribución de la tensión optimizada para el acoplamiento. En particular, el espesor de pared adaptado permite reducir la tensión total, la concentración de tensiones y el aumento de tensión localizada que se produce en los diseños de paredes de espesor uniforme. En la figura 5, se muestra cómo la tensión máxima calculada se reduce aproximadamente en un 33% utilizando la distribución de espesor de sección decreciente ilustrada para el caso de carga de par aplicada. Además, la tensión máxima debida a la desalineación angular para este acoplamiento se reduce aproximadamente en un 18% y el efecto de aumento de tensión también se reduce significativamente, con un pico de tensión menos pronunciado y una distribución más uniforme de la tensión (figura 6).

La sección transversal de espesor decreciente (con la distancia radial desde el eje de acoplamiento) de las circunvoluciones según la presente invención permite la adaptación de la rigidez axial y de flexión del acoplamiento para desplazar la frecuencia propia y desintonizar la resonancia. Esto supone un beneficio con respecto a otros tipos de acoplamientos con un tipo de configuración de espesor constante, porque dichos acoplamientos están limitados desde el punto de vista del control de la rigidez. Esta limitación ha dado lugar a acoplamientos que presentan problemas de vibraciones en el sistema de tracción y provocan desgaste en puntos de unión, tales como bridas empernadas y acanaladuras. Por otra parte, dicha vibración en disposiciones que comprenden dichos acoplamientos provoca incluso fallos en los elementos de flexión de dichos sistemas de técnica anterior.

El acoplamiento flexible 10 puede fabricarse a partir de una serie de materiales tales como titanio, aceros resistentes a la corrosión, acero al carbono, aceros de alta resistencia (incluido el acero maraging) y materiales de níquel (tales como Inconel) y combinaciones que comprenden por lo menos uno de los anteriores. Opcionalmente, se puede

utilizar un proceso de nitruración común para crear una cubierta dura de nitruro de cierto espesor y mejorar la durabilidad del acoplamiento. Se prefiere la nitruración gaseosa, debido a la profundidad de las circunvoluciones del acoplamiento.

5 Independientemente de la selección del material, un requisito principal es conseguir mejorar las características del material y de fatiga, asegurando que el material de acoplamiento esté dotado en su totalidad de unas características de material y fatiga prácticamente uniformes. Es decir, el acoplamiento dado a conocer en la presente memoria evita los puntos de concentración localizada de tensiones, asociados a las propiedades de material y fatiga uniformes de su composición y estructura. El logro de ambos objetivos ha resultado difícil dentro del ámbito de la técnica y confiere al acoplamiento descrito en la presente memoria una fuerza y una durabilidad excepcionales. El acoplamiento dado a conocer no presenta ninguna soldadura ni unión que, de estar presentes, podrían alterar las propiedades del material y/o fatiga del acoplamiento. Por otra parte, debido a que el acoplamiento no comprende ni uniones ni soldaduras (que por razones obvias están situados en la zona más externa de cada disco en los acoplamientos de técnica anterior), y debido a que el espesor del material del acoplamiento disminuye al incrementarse la distancia desde el eje del acoplamiento, el centro de gravedad del acoplamiento dado a conocer en la presente memoria está situado en una posición más interna en sentido radial que en los acoplamientos de técnica anterior, hecho que determina que el acoplamiento dado a conocer en la presente memoria sea superior a los acoplamientos de técnica anterior. Uno de los beneficios de esta ubicación radial del centro de gravedad es que la fuerza centrífuga que actúa sobre el acoplamiento es mucho menor que en un acoplamiento de dimensiones similares que presente un centro de gravedad situado en una posición más externa en sentido radial del eje de acoplamiento (más alejada del eje de rotación del acoplamiento).

En una forma de realización que no pertenece a la presente invención y haciendo referencia a las figuras 7 y 8, el concepto del acoplamiento ilustrado anteriormente se mantiene, pero el acoplamiento está esencialmente invertido (de fuera adentro). Esta forma de realización está configurada para aplicaciones con una abertura axial de diámetro inferior 100, en las que no sería posible el mecanizado de las cavidades internas más profundas, debido al limitado tamaño del acoplamiento. El acoplamiento 110 presenta unos extremos 126 y 130 que están situados en la proximidad de la parte externa del diámetro del acoplamiento 110. Se puede observar que el mecanizado de mayor alcance no se realiza desde el interior sino desde el exterior del acoplamiento, y que la profundidad de mecanizado interno se mantiene en un valor mínimo. La profundidad del mecanizado interno que se vaya a realizar se limitará a la longitud de la hoja de corte menos la anchura del soporte de la hoja alineado con la hoja. Por consiguiente, si es necesario crear una abertura de diámetro pequeño en el acoplamiento, la profundidad de mecanizado interno también se limita. La forma de realización de las figuras 7 y 8 hace frente a este problema conservando al mismo tiempo gran parte de la fuerza y la durabilidad de las formas de realización descritas anteriormente. En la ilustración, se representa un acoplamiento de dos circunvoluciones, en el que la superficie de mecanizado más profunda se designa por 150. Como puede observarse, existen otras dos superficies de mecanizado en profundidad que se designan por 152 y 154, pero estas son mucho menos profundas y por lo tanto pueden someterse a mecanizado con una cuchilla más pequeña que puede pasar a través del diámetro interno del acoplamiento. Aunque los extremos 126 y 130 ilustrados carecen de cualquiera disposición de transmisión o conexión, debe tenerse en cuenta que es posible utilizar cualquiera de los sistemas expuestos anteriormente.

Tal como se ha señalado, las formas de realización anteriores del acoplamiento se construyen a partir de una sola pieza de material y mecanizan. Dicho procedimiento de mecanizado no ha estado disponible hasta ahora en el ámbito de la técnica, porque, como es de dominio público, el mecanizado interno en profundidad requiere herramientas de corte con soporte. Dichas herramientas de corte con soporte no se pueden emplear en los acoplamientos según la presente invención, debido a la relación entre el diámetro del extremo y los diámetros de mecanizado interno de los acoplamientos propuestos. Más particularmente, la herramienta de corte utilizada debe ser capaz de pasar por lo menos a través del diámetro interno de un extremo y ser suficientemente larga para realizar el mecanizado de la estructura profunda de la circunvolución. Se ha comprobado que el empleo de una herramienta sin soporte es insuficiente para dicho uso, debido que siempre se producen vibraciones en la superficie de corte terminal de cualquier hoja de corte larga. La vibración sería totalmente inaceptable en un acoplamiento tal como el descrito en la presente memoria, debido al efecto intrínseco de generación de puntos de concentración de tensiones por la irregularidad de la superficie de un acoplamiento fabricado con una cuchilla vibrante.

Considerando lo expuesto anteriormente, un experto ordinario en la materia llegará fácilmente a la conclusión de que no es posible mecanizar un acoplamiento tal como los descritos en la presente memoria. No obstante, los presentes inventores han diseñado una herramienta de corte que permite el mecanizado del acoplamiento descrito, al mismo tiempo que evita la vibración y los efectos perjudiciales derivados de la vibración. En la figura 9, se ilustra la fresa giratoria 200. La herramienta consta de un eje de montaje con holgura designado por 202. En el extremo de la sección con holgura 202 se halla una hoja 204 que presenta un filo 206. La hoja 204 presenta una longitud de corte útil *l*, y carece de soporte. Puesto que la geometría y la composición de la hoja (cobalto u otro elemento que presente propiedades materiales equivalentes) son suficientemente resistentes y no producen vibraciones, se dispone de toda la longitud de corte de la hoja para el mecanizado de las partes internas del acoplamiento 10. La fresa giratoria 200 debe mantenerse inmóvil mientras se hace girar el acoplamiento 10 para eliminar el material depositado en este. En funcionamiento, la longitud completa de la hoja y debe ser inferior a la dimensión interna de por lo menos un extremo 26 ó 30 del acoplamiento 10, para que pueda tener cabida en la dimensión interna del

acoplamiento y pueda realizar el mecanizado de las circunvoluciones. En una configuración de varias circunvoluciones, la longitud de la hoja y también debe ser inferior a las dimensiones internas de la raíz de cada circunvolución, para que la hoja 204 pueda pasar a través del acoplamiento y alcanzar y mecanizar la superficie interna de cada circunvolución.

5 Durante la creación de la superficie interna de cada circunvolución, las paredes internas 60 y 62 (véase la figura 10) de cada circunvolución profunda se mantienen sustancialmente paralelas entre sí y en un plano sustancialmente perpendicular al eje del acoplamiento 10 para facilitar el mecanizado. No obstante, en el extremo en punta, las circunvoluciones profundas presentan unas paredes redondeadas designadas por 64 y 66. También es importante para el procedimiento que el filo sea menos ancho que la circunvolución para formar las esquinas redondeadas 64 y 66 representadas, ajustando el movimiento en profundidad y lineal del filo de forma simultánea. De todas formas, la superficie inclinada o chaflán 42 ilustrado en la figura 4 es relativamente fácil de mecanizar y, junto con la superficie externa redondeada compuesta 40, reduce la tensión y ayuda a optimizar la distribución de la tensión.

15 La herramienta descrita anteriormente se utiliza en combinación con un torneado por control numérico (no representado). El acoplamiento según la presente exposición se obtiene por torneado a partir de una única pieza del material del acoplamiento, con lo cual el acoplamiento flexible adquirirá una construcción unitaria de una sola pieza. Puesto que el acoplamiento 10 es una construcción de una sola pieza unitaria, este presenta unas propiedades de material y fatiga homogéneas por todo el material, y puesto que el acoplamiento 10 no presenta partes soldadas, este no presenta áreas con propiedades de material y/o fatiga desiguales que son propensas a los fallos. La nitruración gaseosa mejora aún más las propiedades del material y la resistencia a la fatiga, mientras que la soldadura disminuye las propiedades del material y la resistencia a la fatiga en relación con las propiedades nominales tras el tratamiento térmico. La vida útil de funcionamiento del acoplamiento 10 es más larga y más exactamente predecible que la vida útil de funcionamiento de los acoplamientos que utilizan la soldadura, la adhesión u otros procedimientos de unión que afectan a las propiedades del material y de fatiga del material. Además, los conjuntos soldados o adheridos de técnica anterior han demostrado tener niveles de calidad irregulares debido a la ausencia de repetibilidad en dichos procedimientos de unión. Por otra parte, debido a que se rechazan los procedimientos de unión que generan calor, el acoplamiento según la presente invención puede pretratarse térmicamente (es decir, antes del mecanizado), sin riesgo de afectar perjudicialmente el resultado de este procedimiento en las últimas etapas de construcción del acoplamiento.

35 Aunque el acoplamiento flexible 10 dado a conocer se ha descrito con respecto al torneado por control numérico, pueden utilizarse otros procedimientos de mecanizado, siempre y cuando no se utilice en las circunvoluciones la soldadura u otros procedimientos de unión que crean puntos de concentración de tensiones. Estos otros procedimientos de mecanizado comprenden el mecanizado electroerosivo (EDM) y el mecanizado electroquímico (ECM), aunque no se limitan a los mismos.

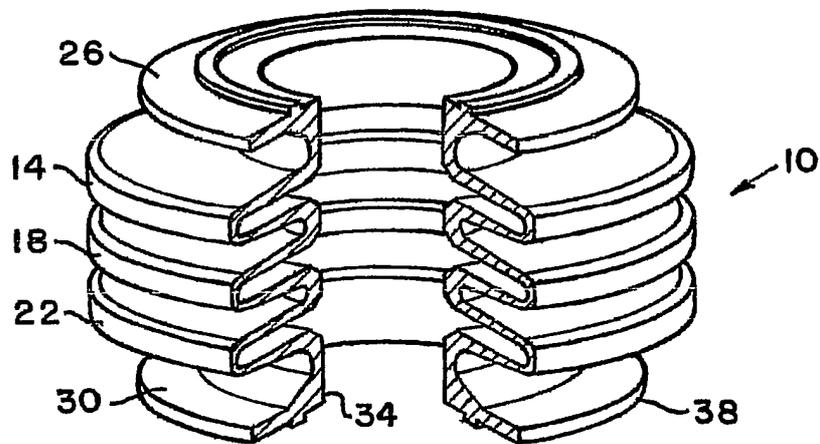
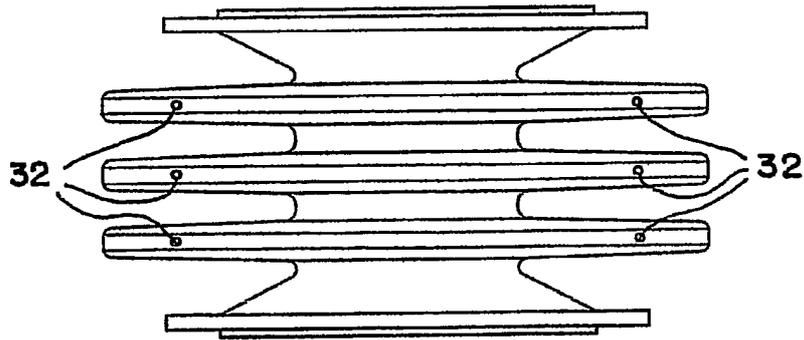
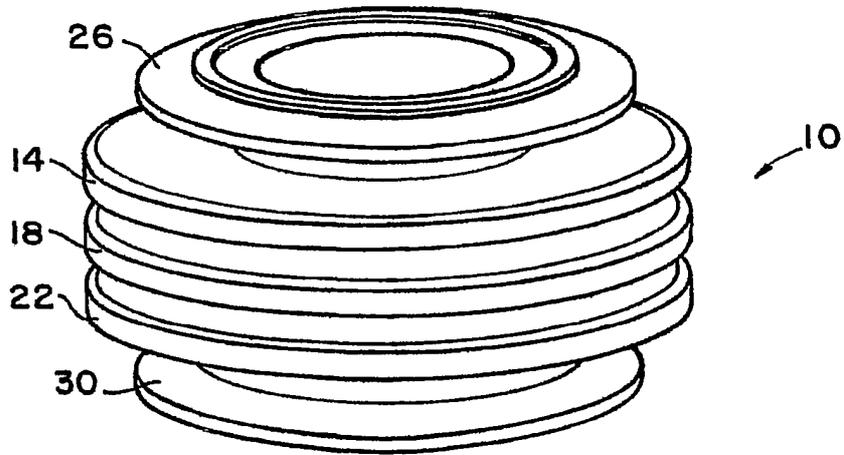
40 El uso de los términos “primero”, “segundo”, etc. no denota ningún orden ni importancia, sino que pretende distinguir un elemento de otro.

45 En los acoplamientos dados a conocer en la presente memoria, también se puede utilizar un rodamiento para prevenir las sacudidas como los conocidos en la técnica. El rodamiento antisacudidas provee un dispositivo de centrado de seguridad para mantener la línea del eje y permitir la rotación continua en el improbable caso de fallo de una de las circunvoluciones. El rodamiento antisacudidas combina un rodamiento de bolas de alta velocidad fabricado en aceros al carbono, materiales resistentes a la corrosión como Cronidur 30, XD-15, XD-15NW, cerámica, aceros resistentes a la corrosión y plásticos, y un sistema de revestimiento autolubrificante especial que comprende politetrafluoroetileno PTFE y otros rellenos especiales en una matriz compuesta en el diámetro interno o externo del rodamiento de alta velocidad, para permitir la desalineación axial del acoplamiento durante la operación antisacudidas. Los rodamientos antisacudidas son conocidos ampliamente en el ámbito de la técnica, y los cambios referentes a los sistemas conocidos que se utilizan en la presente exposición se refieren a materiales cuyo rendimiento ha demostrado ser superior.

55 Aunque el aparato y el procedimiento dados a conocer se han descrito haciendo referencia a una forma de realización preferida, los expertos en la materia deben tener en cuenta que es posible realizar diversos cambios y que los elementos de esta pueden ser sustituidos por otros equivalentes sin apartarse, por ello, del alcance del aparato y el procedimiento dados a conocer. Además, se pueden llevar a cabo muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las características del aparato y el procedimiento dados a conocer sin abandonar el alcance esencial de la misma. Por consiguiente, debe tenerse en cuenta que no se pretende limitar el aparato y el procedimiento dados a conocer a la forma de realización particular dada a conocer como mejor modo de poner en práctica el aparato y el procedimiento dados a conocer, sino que estos comprendan todas las formas de realización abarcadas por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Acoplamiento metálico unitario de una sola pieza (10) que presenta un primer extremo (26) y un segundo extremo (30) y por lo menos una circunvolución (14, 18, 22) entre el primer y el segundo extremos, caracterizado porque el acoplamiento se mecaniza a partir de una sola pieza de material y no incluye uniones, soldaduras o similares, comprendiendo cada circunvolución un extremo en punta externo de forma cilíndrica y presentando un espesor de material cuya sección transversal aumenta al reducirse la distancia radial desde el eje de rotación del acoplamiento.
- 10 2. Acoplamiento metálico unitario de una sola pieza (10) según la reivindicación 1, en el que el acoplamiento es cilíndrico en su dimensión interna.
3. Acoplamiento metálico unitario de una sola pieza (10) según la reivindicación 1, en el que el primer y el segundo extremos (26, 30) incluyen una conexión.
- 15 4. Acoplamiento metálico unitario de una sola pieza (10) según la reivindicación 3, en el que la disposición de conexión es una brida.
- 20 5. Acoplamiento metálico unitario de una sola pieza (10) según la reivindicación 3, en el que la disposición de conexión es una conexión acanalada.
6. Acoplamiento metálico unitario de una sola pieza (10) según la reivindicación 1, en el que dicho acoplamiento incluye además por lo menos una abertura (32) en una posición radialmente externa de dicho acoplamiento.
- 25 7. Acoplamiento metálico unitario de una sola pieza (10) según la reivindicación 1, en el que el acoplamiento es flexible.
8. Acoplamiento flexible según la reivindicación 7, en el que el acoplamiento se realiza a partir de uno de entre: titanio, aceros resistentes a la corrosión, aceros de alta resistencia, materiales de níquel, aceros al carbono, aceros maraging y combinaciones que incluyen por lo menos uno de los anteriores.
- 30 9. Acoplamiento flexible según la reivindicación 7, que comprende además nitruración para mejorar las propiedades de fatiga y la resistencia al desgaste.
- 35 10. Procedimiento para fabricar un acoplamiento flexible de una sola pieza de construcción unitaria que comprende la etapa siguiente:
- 40 mecanizar, a partir de una sola pieza de material de partida, un acoplamiento flexible de una sola pieza de construcción unitaria (10) que no incluye ni uniones ni soldaduras o similares y que presenta un primer extremo de acoplamiento (26) y un segundo extremo de acoplamiento (30) y una o varias circunvoluciones (14, 18, 22) en el primer y el segundo extremos, comprendiendo cada circunvolución un extremo en punta externo en forma de cilindro, comprendiendo además el mecanizado la reducción del espesor de la sección transversal de las circunvoluciones del acoplamiento al incrementarse la distancia radial desde el eje de los acoplamientos.
- 45 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el mecanizado es uno de entre un: torneado por control numérico, un mecanizado electroerosivo y un mecanizado electroquímico.
12. Procedimiento según la reivindicación 10, que comprende además la nitruración del acoplamiento flexible unitario de una sola pieza.
- 50 13. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el procedimiento incluye el tratamiento de precalentamiento del material de partida.
14. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el procedimiento incluye el tratamiento de postcalentamiento del acoplamiento flexible unitario.
- 55 15. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el mecanizado comprende el acodado de la superficie externa de cada circunvolución con respecto al eje del acoplamiento y el acodado de la superficie interna de cada acoplamiento de manera diferente con respecto a un eje del acoplamiento.
- 60 16. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que el procedimiento incluye la adaptación de la rigidez axial y de flexión del acoplamiento para desplazar la frecuencia o desintonizar la resonancia.
17. Acoplamiento según la reivindicación 1, en el que la circunvolución presenta una superficie externa y una superficie interna que presentan diferentes ángulos con respecto a un eje del acoplamiento.



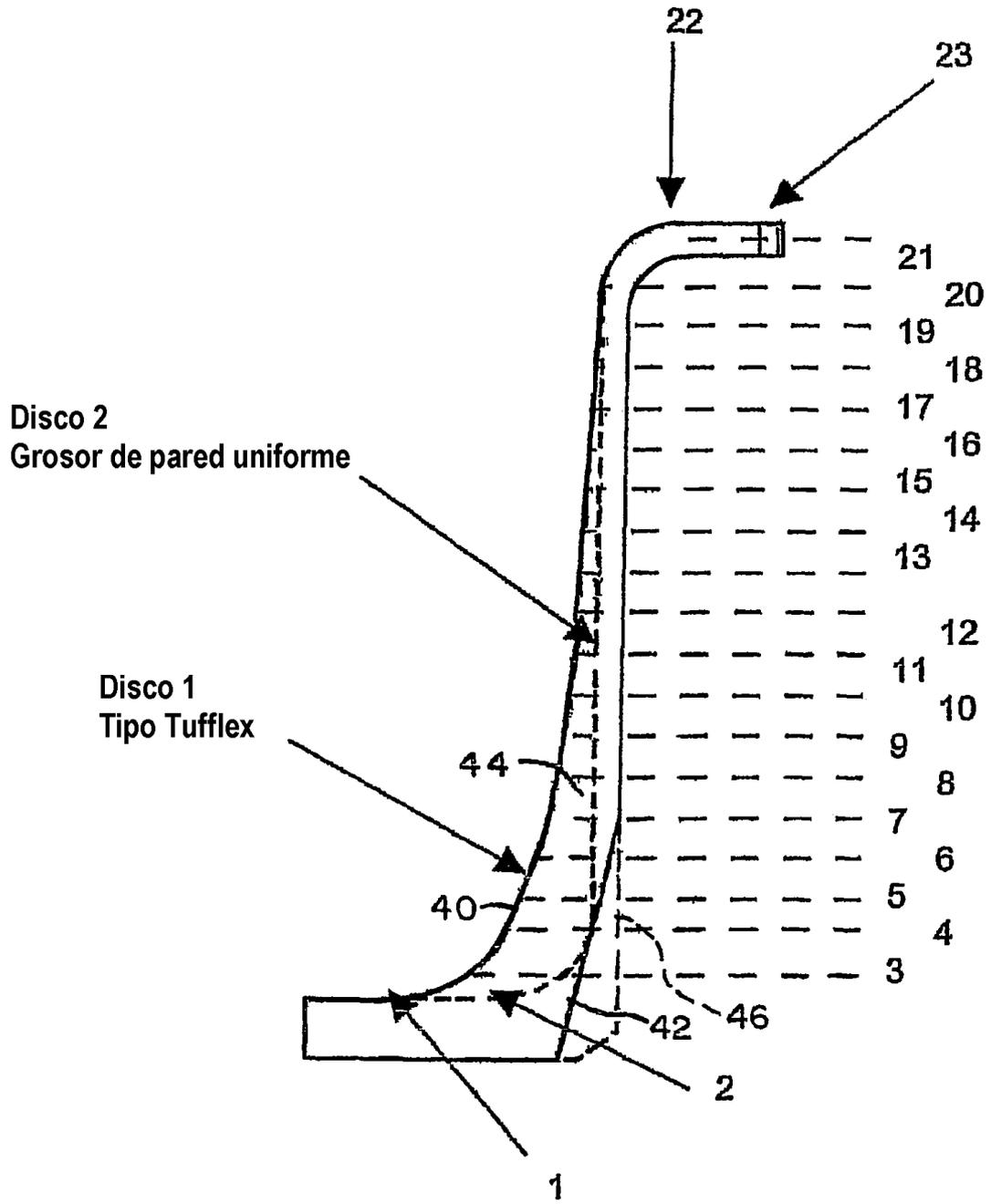


FIG. 4

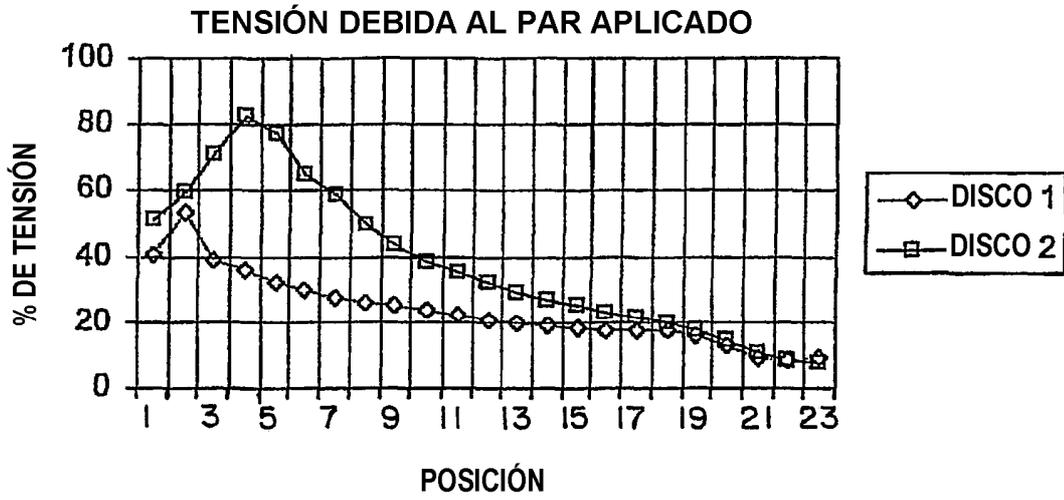


FIG. 5



FIG. 6

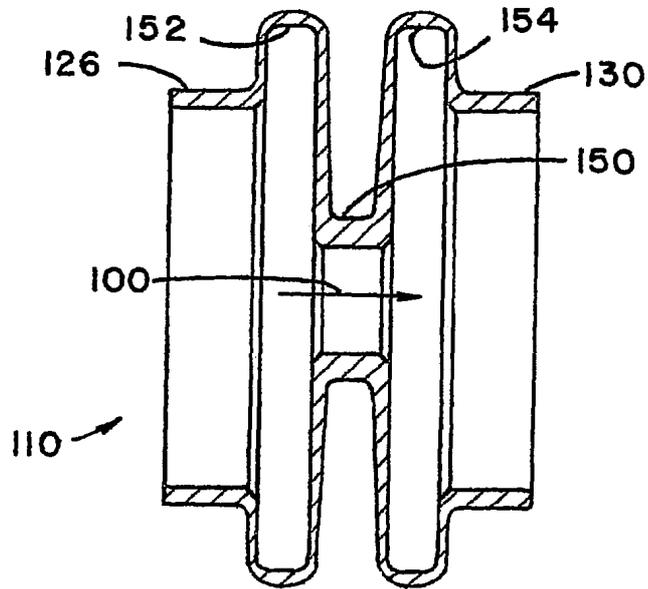


FIG. 7

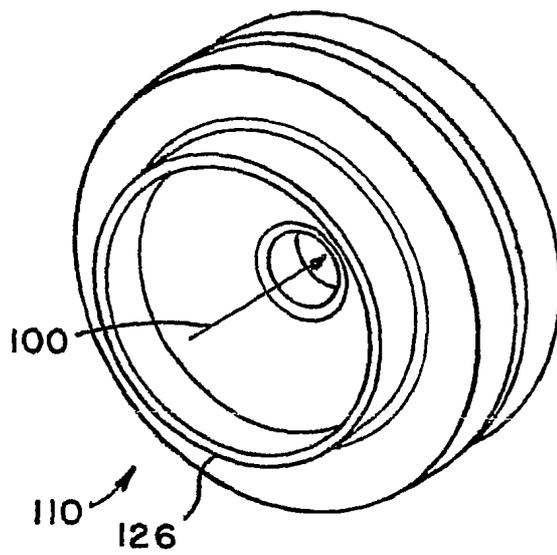


FIG. 8

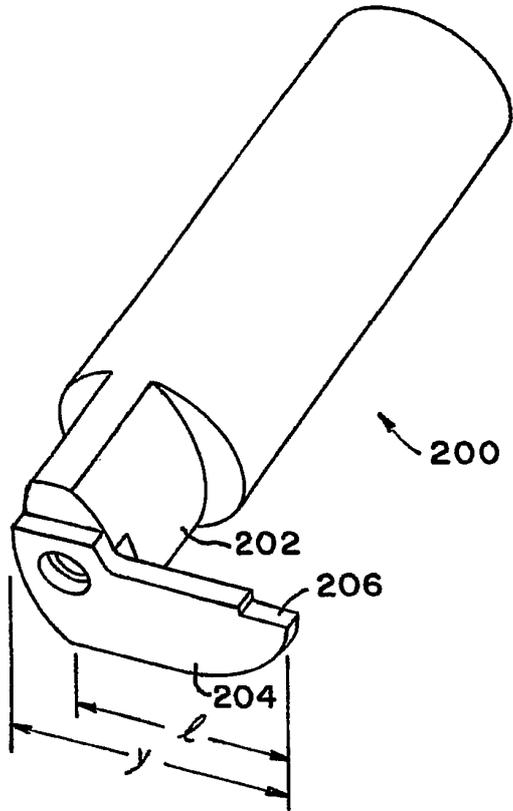


FIG. 9

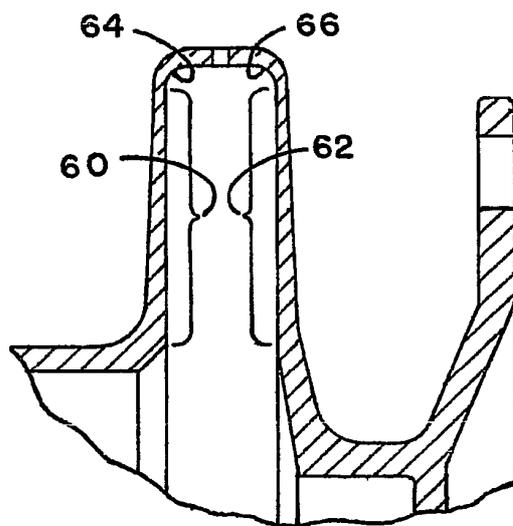


FIG. 10