

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 250**

51 Int. Cl.:

**F16D 3/06** (2006.01)

**F16C 27/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2010** E 10754940 (4)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016** EP 2480797

54 Título: **Aparato para control de anillo de tolerancia de fuerzas de deslizamiento de una interfaz de deslizamiento**

30 Prioridad:

**25.09.2009 US 245883 P**

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

**04.10.2016**

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN PERFORMANCE PLASTICS  
RENCOL LTD. (100.0%)  
Binley Business Park  
Coventry CV3 2TT, GB**

72 Inventor/es:

**SLAYNE, ANDREW y  
NATU, PARAG**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 585 250 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

Aparato para control de anillo de tolerancia de fuerzas de deslizamiento de una interfaz de deslizamiento

### Campo de la invención

5 La invención se refiere en general a anillos de tolerancia que están situados entre partes móviles y, en particular, a un sistema, un método y un aparato mejorados que utilizan un anillo de tolerancia.

### Antecedentes

10 Los anillos de tolerancia limitan el movimiento entre partes móviles, tales como ejes en rotación dentro de taladros de alojamiento. Un tipo de anillo de tolerancia es una banda anular situada en el espacio de separación entre la superficie exterior del eje y la superficie interior del taladro. Este anillo de tolerancia limita el movimiento radial del eje dentro del taladro mientras permite todavía la rotación.

15 En configuraciones convencionales de anillos de tolerancia se busca un estrecho ajuste entre los componentes interior y exterior. Además, se buscan ya sea fuerzas para proporcionar máximo acoplamiento de fricción o mínima variación de las fuerzas de deslizamiento. Un estrecho ajuste entre los componentes es deseable porque reduce la vibración relativa entre las partes. Estos requisitos entre los componentes interior y exterior requieren un contacto fuerte y notable, que aumenta las fuerzas de fricción. El documento EP 1 886 895 A1 describe una columna de rueda de dirección ajustable en longitud, que incluye un eje, un alojamiento y un anillo de tolerancia situado entre el eje y el alojamiento. El anillo de tolerancia tiene una tira de salientes que se extienden radialmente hacia dentro, hacia el eje. De acuerdo con el documento EP 1 886 895, la fuerza de fricción, y por tanto la fuerza de deslizamiento, pueden ser ajustadas variando las dimensiones del anillo de tolerancia o variando su material.

20 Son también conocidos anillos de tolerancia que proporcionar protección de sobrecarga de par con pares mayores de 50 Nm, con velocidades de rotación relativamente bajas y pequeños ciclos de deslizamiento angular. Estas aplicaciones incluyen monturas de engranajes de reducción, pasos de potencia en camiones de tracción a las cuatro ruedas, motores de asiento para asientos abatibles. Los anillos de tolerancia para estas aplicaciones tienden a ser de acero al carbono tratado por calor, de grosor mayor de 0,40 mm y tienen muchas ondulaciones fuertes de alta fricción para proporcionar el par requerido. Aunque estas soluciones pueden funcionar para algunas aplicaciones, continúan siendo de interés mejoras en los anillos de tolerancia.

### Compendio de la invención

30 Las realizaciones de un sistema, un método y un aparato para un anillo de tolerancia comprenden un conjunto que tiene un componente exterior, un componente interior situado dentro del componente exterior y movable con relación al mismo, y un anillo de tolerancia montado entre los componentes interior y exterior.

35 En otras realizaciones, un conjunto comprende un componente exterior, un componente interior situado dentro del componente exterior y movable con relación al mismo, y un anillo de tolerancia montado entre los componentes interior y exterior. El anillo de tolerancia proporciona una rigidez radial que es mayor que aproximadamente 20.000 N/mm, y parámetros seleccionados de los siguientes: un par de deslizamiento en el intervalo de 1 a 25 Nm y un diámetro menor que aproximadamente 40 mm; un par de deslizamiento en el intervalo de 1 a 100 Nm y un diámetro mayor que 10 mm. Aplicaciones que tengan diámetros menores pueden proporcionar una rigidez radial inferior.

40 Todavía en otras realizaciones, un conjunto de anillo de tolerancia comprende un componente exterior que tiene un taladro o ánima con un eje en el mismo y un componente interior montado en el taladro del componente exterior, de tal manera que el componente interior se acopla al componente exterior y es movable con relación al mismo. Un anillo de tolerancia está situado en el taladro entre los componentes interior y exterior, comprendiendo el anillo de tolerancia una banda anular metálica y un material de baja fricción unido a la banda anular metálica, teniendo también el anillo de tolerancia una pluralidad de salientes que se extienden con relación al eje, estando los salientes comprimidos entre los componentes interior y exterior de tal manera que el anillo de tolerancia opera en una parte aplanada de una fuerza de compresión/retención característica, por lo cual los salientes presentan inicialmente comportamiento elástico y están deformados plásticamente, y el anillo de tolerancia proporciona una fuerza de protección de sobrecarga menor que 100 Nm.

### Breve descripción de los dibujos

50 Para que se comprenda la manera en que se consiguen las características y ventajas y se puedan comprender en detalle, se puede tener una descripción a fondo en referencia a las realizaciones que se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, los dibujos ilustran sólo algunas realizaciones y por lo tanto no se consideran limitación del alcance.

La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización de un anillo de tolerancia construido de acuerdo con la invención;

La figura 2 es una vista en perspectiva de otra realización de un anillo de tolerancia construido de acuerdo con la

invención;

La figura 3 es una vista en sección axial del anillo de la figura 2 en un aparato;

La figura 4 es una vista en sección radial del anillo de la figura 3 en el aparato;

5 Las figuras 5A-E son varias vistas de una tercera realización de un anillo de tolerancia construido de acuerdo con la invención;

Las figuras 6A-E son varias vistas de una tercera realización de un anillo de tolerancia construido de acuerdo con la invención; y

La figura 7 es una vista lateral esquemática en sección de otra realización de un anillo de tolerancia que tiene capas resistentes a la corrosión y está construido de acuerdo con la invención.

10 El uso de los mismos símbolos de referencia en diferentes dibujos indica elementos similares o idénticos.

### Descripción detallada de la invención

15 La figura 1 representa un anillo de tolerancia 100 que comprende una realización. El anillo de tolerancia 100 comprende una banda 102 de material elástico (por ejemplo, acero de muelles) que está curvado a la forma similar a un anillo (esencialmente anular). Los extremos de la banda 102 no se encuentran (por ejemplo, puede estar formado como un anillo hendido), por lo que queda un espacio de separación 106 que se extiende axialmente adyacente a la circunferencia de la banda. En otras realizaciones, la banda puede ser curvada de manera que los extremos se solapen mutuamente. En todavía otras realizaciones la banda puede ser un anillo continuo, no roto. La superficie interior del anillo de tolerancia 100 tiene una capa 104 de baja fricción que se adapta a la forma de la banda.

20 El anillo de tolerancia 100 tiene una pluralidad de salientes espaciados 108 que se extienden radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del anillo de tolerancia 100. Hay un reborde plano 109 que se extiende circunferencialmente, de material, en cada extremo axial de los salientes 108. Cada saliente 108 está separado también de sus salientes próximos por una sección plana 110 del anillo de tolerancia 100, que puede estar formada de manera contigua con los rebordes 109. Los salientes 108 son nervios axialmente alargados que son de forma similar a las ondulaciones usadas en anillos de tolerancia convencionales. El pico de cada nervio está redondeado, y los extremos axiales de cada nervio terminan en un hombro estrechado 111.

25 En algunas realizaciones, el anillo de tolerancia 100 puede ser formado a partir de una tira plana de material elástico (que forma la banda 102). Antes de que la tira sea doblada a su forma curvada, y antes de que se formen los salientes, se estratifica la capa 104 de baja fricción sobre una superficie de la misma. En otras realizaciones, la capa 104 de baja fricción puede ser estratificada sobre ambas superficies de la tira plana. Después de haber unido la capa 104 de baja fricción a la tira plana, se estampa la estructura de capas resultante (por ejemplo, se prensa usando un molde de forma apropiada, se conforma en ondas rotativamente, etc.) para formar los salientes 108. De ese modo, los salientes 108 se forman a partir tanto de la tira de material elástico como de la capa 104 de baja fricción. El material de la capa 104 de baja fricción puede ser elegido para que sea flexible para facilitar esta operación de estampación. En la realización mostrada en la figura 1, los salientes 108 sobresalen radialmente hacia fuera de la banda 102. En otras realizaciones, pueden sobresalir radialmente hacia dentro desde la capa 104 de baja fricción. Después de haber sido formados los salientes 108, la estructura de capas se curva a la configuración similar a anillo mostrada en la figura 1. En la realización mostrada, la banda 102 es el material exterior. En otras realizaciones, la banda 102 puede ser el material interior. Todavía en otras realizaciones, los salientes 108 pueden extenderse radialmente hacia dentro o hacia fuera, dependiendo de la situación particular y con independencia de si la banda 102 proporciona el material interior o exterior para el anillo de tolerancia 100.

30 En funcionamiento, el anillo de tolerancia 100 está situado entre dos componentes. Por ejemplo, puede estar situado en el espacio anular entre un eje y un taladro de un alojamiento. Los salientes 108 están comprimidos entre los componentes interior y exterior. Cada saliente actúa como un muelle y se deforma para ajustar los componentes conjuntamente con una tolerancia cero entre ellos. En otras palabras, el componente interior está en contacto con las superficies interiores del anillo de tolerancia y el componente exterior está en contacto con las superficies exteriores del anillo de tolerancia.

35 Si se aplican fuerzas (por ejemplo, de rotación o lineales) a uno o a los dos componentes, interior y exterior, de tal manera que exista una fuerza resultante entre los componentes interior y exterior, los componentes interior y exterior pueden moverse uno con respecto a otro. Puesto que algunas realizaciones tienen tolerancia cero entre los componentes, existe un par de superficies en contacto que deslizan una con respecto a otra. Esta es la interfaz de deslizamiento. En algunas realizaciones, la interfaz de deslizamiento ocurre en las superficies de contacto entre la capa 104 de baja fricción y el componente interior (véase, por ejemplo, la figura 3). Las superficies de contacto pueden incluir las superficies interiores de los rebordes planos 109 y las "huellas" de cada saliente 108 (es decir, las regiones alrededor de los bordes de cada saliente 108 donde encuentran a la banda 102). El material para la capa 104 de baja fricción y la configuración de los salientes 108 proporcionan una fuerza de deslizamiento en la interfaz de deslizamiento que es sensiblemente menor que un valor esperado derivado de la fuerza de carga radial

transmitida por los salientes. Esta baja fuerza de deslizamiento facilita el movimiento entre las superficies móviles en contacto.

5 En contraposición, en las superficies de contacto entre el componente exterior y las superficies exteriores de la banda 102, puede existir suficiente fuerza de fricción para retener el anillo de tolerancia 100 en posición con respecto al componente exterior. En otras realizaciones, ambas superficies de la banda 102 pueden ser estratificadas con una capa de baja fricción. Por lo tanto, puede haber dos superficies de deslizamiento en tales realizaciones.

10 La figura 2 representa otra realización de un anillo de tolerancia 200 que comprende una banda 202 curvada a una configuración tubular con un espacio de separación axial 206 en su circunferencia. De un modo similar a la figura 1, la superficie interior de la banda 202 tiene una capa 204 de baja fricción estratificada sobre la misma. La banda 202 tiene también una pluralidad de salientes 208 que se extienden radialmente hacia fuera desde su superficie exterior. Los salientes 208 pueden apoyarse a tope circunferencialmente uno con otro, como se muestra, o estar separados circunferencialmente como en la realización de la figura 1. El anillo de tolerancia 200 puede ser fabricado de una manera como la bosquejada anteriormente, de manera que la capa 204 de baja fricción se adapte a la forma de la banda 202, incluyendo dentados conjugados con respecto a las varias ondulaciones de los salientes 208. El anillo de tolerancia 200 incluye rebordes o collares planos 210 en cada extremo axial de los salientes 208.

El anillo de tolerancia 200 mostrado en la figura 2 difiere del representado en la figura 1 en que, por ejemplo, existen menos salientes alrededor de la circunferencia de la banda y no existen virtualmente espacios planos entre los salientes próximos.

20 La figura 3 representa una vista en sección axial a través de un aparato 300 que comprende otra realización. El aparato 300 incorpora, por ejemplo, el anillo de tolerancia 200 mostrado en la figura 2. El aparato 300 comprende un alojamiento 302 o componente exterior. El alojamiento 302 tiene un taladro axial 304 formado en él, que recibe un eje 306 o componente interior. Se pueden utilizar anillos de tolerancia para transferir par o como limitadores de par en tales aplicaciones.

25 Existe un espacio de separación anular entre la superficie exterior 308 de eje 306 y la superficie interior 310 de taladro 304. El tamaño de este espacio de separación anular es variable debido a que el diámetro del eje 306 y del taladro 304 pueden variar dentro de las tolerancias de fabricación. Para evitar la vibración del eje 306 dentro del taladro 304, el espacio de separación anular se llena mediante el anillo de tolerancia 200 para formar un ajuste de tolerancia cero entre los componentes. La figura 3 muestra que el anillo de tolerancia 200 comprende una banda 202 como una capa exterior y una capa 204 de baja fricción como una capa interior que se adapta a la forma de la banda 202. En uso, los salientes circunferenciales 208 del anillo de tolerancia 200 están radialmente comprimidos en el espacio de separación anular entre el eje 306 y el alojamiento 302, de tal manera que la banda 202 está en contacto con la superficie interior 310 del taladro 304. La interfaz de deslizamiento está formada donde la capa 204 de baja fricción contacta con la superficie exterior 308 del eje 306. El anillo de tolerancia 200 reduce por lo tanto el espacio de separación a cero de manera que no existe holgura entre los componentes del aparato 300.

El área de contacto entre la superficie exterior 308 y la capa 204 de baja fricción es una interfaz de deslizamiento en la que ocurre el movimiento relativo entre el eje 306 y el anillo de tolerancia 200. El anillo de tolerancia 200 está asegurado con respecto al alojamiento 302 mediante acoplamiento de fricción en la zona de contacto entre la banda 202 y la superficie interior 310.

40 Si, por el uso, ocurre el desgaste del eje 306 o de la capa 204 de baja fricción en la interfaz de deslizamiento, los salientes 208 pueden compensarlo mediante movimiento elástico hacia su estado de reposo, manteniendo con ello el contacto con el eje 306 y el alojamiento 302. La vida de servicio del anillo de tolerancia 200 puede ser, por lo tanto, superior a la de los anillos convencionales de tolerancia de holgura cero, sin salientes compresibles elásticamente.

45 La figura 4 ilustra una vista en sección radial del aparato que comprende el alojamiento 302 y el eje 306. En la realización mostrada, el anillo de tolerancia 200 está retenido en el eje 306. El diámetro exterior del eje 306 es mayor que el diámetro interior del anillo de tolerancia 200 en reposo. De ese modo, el anillo de tolerancia debe expandirse (debe ser más ancho el espacio de separación 206 (figura 2)) para ajustar el anillo de tolerancia alrededor de la superficie 308 del eje. Dentro del taladro 304 del alojamiento 302, los salientes 208 están comprimidos en el espacio o hueco de separación anular entre los componentes en la superficie interior 310. En esta configuración, el coeficiente de fricción en la interfaz de deslizamiento (entre el eje 206 y la capa 204 de baja fricción) es muy pequeño en comparación con el coeficiente de fricción en la zona de contacto entre la banda 202 y el alojamiento 302. De ese modo, el deslizamiento está notablemente limitado y ocurre en esencia libremente en la interfaz de deslizamiento. En otras realizaciones, la disposición de los salientes 208 y de la capa 204 de baja fricción pueden ser tales que la interfaz de deslizamiento esté entre el alojamiento 302 y el anillo de tolerancia 200.

Las figuras 5A-E representan varias vistas en perspectiva, en sección, de extremo axial y lateral de otra realización de un anillo de tolerancia 500. El anillo de tolerancia 500 comprende una banda 502 curvada a una configuración anular con un espacio de separación axial 506 en su circunferencia. La superficie interior de la banda 502 tiene una

capa 504 de baja fricción estratificada sobre ella. La banda 502 tiene también una pluralidad de salientes 508 que se extienden radialmente hacia dentro. El anillo de tolerancia puede ser fabricado como se ha descrito en esta memoria, de manera que la capa 504 de baja fricción tiene un espesor uniforme y se adapta a la forma de la banda 502, incluyendo dentados que casan con las diversas ondulaciones de los salientes 508. El anillo de tolerancia 500 puede incluir hombros estrechados 511 y rebordes o collares circunferenciales planos 509 en cada extremo axial de los salientes 508, así como espacios planos 510 entre salientes 508.

Las figuras 6A-E representan vistas de todavía otra realización de un anillo de tolerancia 600. El anillo de tolerancia 600 comprende una banda 602 de material elástico que está curvada a una forma anular. En la realización mostrada, los extremos de la banda 602 no se encuentran y dejan un espacio de separación 606, pero puede estar formada como un anillo continuo. La superficie interior del anillo de tolerancia 600 tiene una capa 604 de baja fricción estratificada sobre ella, tal como de PTFE, que se adapta a la banda 602.

El anillo de tolerancia 600 tiene una pluralidad de salientes espaciados 608 que se extienden radialmente hacia fuera desde la superficie exterior del anillo de tolerancia 600. Existe un reborde plano 609 que se extiende circunferencialmente en cada extremo axial de los salientes 608. Cada saliente 608 está también separado de sus salientes próximos por una sección plana 610, que puede estar formada de manera contigua de una forma plana con rebordes 609. Los salientes 608 son nervios axialmente alargados, estando redondeado el pico de cada nervio, y los extremos axiales de cada nervio terminan en un hombro estrechado 611.

En algunas realizaciones, el anillo de tolerancia 600 puede ser formado a partir de una tira plana de material elástico como banda 602. Antes de que se doble la tira a su forma curvada, y antes de que se formen los salientes, se estratifica la capa 604 de baja fricción sobre una superficie de la misma. En otras realizaciones, la capa 604 de baja fricción puede ser estratificada sobre ambas superficies de la tira plana. Después de haber sido unida la capa 604 de baja fricción, se estampa la estructura en capas resultante para formar los salientes 608. De ese modo, los salientes 608 se forman tanto de la tira de material elástico 602 como de la capa 604 de baja fricción. El material de la capa 604 de baja fricción puede ser elegido para que sea flexible con el fin de facilitar esta operación de estampación. Aunque los salientes 608 sobresalen radialmente hacia fuera desde la banda 602, pueden sobresalir radialmente hacia dentro desde la capa 604 de baja fricción. Después de haber sido formados los salientes 608, la estructura en capas es curvada a la configuración similar a un anillo. En la realización mostrada, la banda 602 es el material exterior, pero puede ser el material interior. Todavía en otras realizaciones, los salientes 608 pueden extenderse radialmente hacia dentro o hacia fuera, dependiendo de la situación particular y con independencia de si la banda 602 proporciona el material interior o exterior para el anillo de tolerancia 600.

En algunas realizaciones para aplicaciones de protección de sobrecarga, se pueden proporcionar anillos de tolerancia con fuerzas de protección de sobrecarga de par de, por ejemplo, menos de 25 Nm y con un diámetro global de menos que 40 mm. Aplicaciones para estas realizaciones incluyen, por ejemplo, ajustadores de asientos, mecanismo de embrague dobles híbridos, ajuste de reposa-cabezas de asientos, accionadores de puertas, manubrios para neumáticos, etc.

Todavía otras realizaciones proporcionan fuerzas de protección de sobrecarga de par de, por ejemplo, menos de 100 Nm con diámetros mayores que 65 mm, tales como para aplicaciones que incluyan motores de arranque, aplicaciones de trenes de potencia, etc. Estos diseños pueden utilizar una banda de acero inoxidable con un espesor menor que 0,40 mm en algunas realizaciones. Otras realizaciones pueden incluir diámetros de, por ejemplo, 40 a 65 mm con intervalos intermedios de protección de sobrecarga de par. Además, no se requiere lubricante, lo que es particularmente ventajoso para aplicaciones que deben estar exentas de grasa, ya sea por razones técnicas o estéticas.

En algunas realizaciones, el anillo de tolerancia está formado de acero de muelles (por ejemplo, acero inoxidable laminado en frío) y se ha estratificado una capa de baja fricción al mismo. Por ejemplo, el acero inoxidable puede ser de un grosor de 0,1 a 0,7 mm, y la capa de baja fricción puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,50 mm de espesor (por ejemplo, de 0,25 mm) y ser unida al acero antes de conformar el anillo de tolerancia a su forma circular.

El anillo de tolerancia puede ser formado con ondas geométricas que estén diseñadas para conseguir características de muelle según se requiera para la aplicación particular prevista de control de fuerza. La capa de baja fricción disminuye las fuerzas de deslizamiento, reduce la variación de fuerza y proporciona una superficie de deslizamiento de baja fricción que resiste muchos deslizamientos sin desgaste de los materiales subyacentes. Esto permite diseñar anillos de tolerancia para cumplir funciones de control de fuerza no posibles dentro de la usual envolvente de rendimiento conseguido por la sola variación de la geometría del anillo de tolerancia, tal como bajo par de deslizamiento, baja fuerza de deslizamiento, con poca degradación de la fuerza en muchos ciclos de deslizamiento. Por ejemplo, un anillo de tolerancia de acuerdo con la invención reduce la fuerza o par de deslizamiento a aproximadamente la mitad a un tercio del que se esperaría para un anillo de tolerancia de metal solo, de diseño equivalente. Como consecuencia, las realizaciones descritas en esta memoria son mucho más estables que los diseños de la técnica anterior.

En esta descripción, par de deslizamiento se define como el par en el cual dos componentes que están unidos por

un anillo de tolerancia comienzan a girar uno con respecto a otro debido a cualquier par aplicado que cargue al sistema. La fijación del anillo de tolerancia retendrá los componentes juntos en acoplamiento sin rotación relativa hasta que se alcance este valor de umbral, en cuyo punto las fuerzas de fricción generadas por compresión de las ondas del anillo de tolerancia serán superadas y ocurrirá la respectiva rotación, resistida por las fuerzas de fricción.

5 Análogamente, la fuerza de deslizamiento axial es la misma cosa, pero en una dirección axial. El anillo de tolerancia sólo permitirá el deslizamiento axial entre dos componentes si se ha superado el valor de la fuerza de umbral. La fuerza de umbral es generada por las fuerzas de fricción generadas por compresión las ondas del anillo de tolerancia. La fuerza, o par, de protección de sobrecarga ocurre cuando el par de deslizamiento, o fuerza de deslizamiento, del anillo de tolerancia se fija para que esté por debajo de la capacidad de seguridad del sistema. El  
10 anillo de tolerancia permite el deslizamiento si el sistema recibe una carga externa, por encima del valor de umbral, que pueda de otro modo haber causado daños al sistema.

Por lo tanto, las realizaciones de las ondas del anillo de tolerancia tienen una altura mayor que el espacio radial en el cual se han de ensamblar. Por tanto, como consecuencia del ensamble, las ondas son comprimidas y ejercen una fuerza dependiente de su rigidez y de la magnitud de la compresión, que es como generan la fuerza para mantener  
15 el conjunto reunido.

Normalmente, los componentes conjugados del conjunto y las propias ondas del anillo de tolerancia tienen variabilidad dimensional dentro de tolerancias dadas. De ese modo, la magnitud real de la compresión de las ondas, y por tanto las fuerzas generadas en el conjunto, pueden variar de conjunto a conjunto. Sin embargo, si las ondas son comprimidas más allá de su 'zona elástica', se comportan progresivamente de manera más plástica, limitando  
20 más el aumento de fuerza procedente de cualquier compresión adicional. Este efecto es importante cuando los anillos de tolerancia proporcionan control de fuerza de deslizamiento (ya sea axial o de rotación) para minimizar la variación de fuerza debida a la variación de compresión, cuando las ondas están diseñadas para ser comprimidas en su 'zona plástica'.

Por ejemplo, en aplicaciones de control de fuerza de deslizamiento axial que requieren fuerzas pequeñas, tales como fuerzas de deslizamiento axiales en un intervalo de 30 a 300 N (y, en algunas realizaciones, de 10 a 600N) con diámetros de componentes de al menos aproximadamente 10 mm, y en aplicaciones de limitación de par que requieren par de deslizamiento en un intervalo de aproximadamente 1 a 25 Nm con componentes menores que aproximadamente 40 mm de diámetro y una rigidez radial que sea mayor que aproximadamente 20.000 N/mm, o un par de deslizamiento en un intervalo de aproximadamente 1 a 100 Nm con diámetros de componentes mayores que  
30 aproximadamente 40 mm de diámetro y una rigidez radial que sea mayor que aproximadamente 20.000 N/mm, es muy difícil conseguir fuerzas de deslizamiento uniformes con diseños de anillos de tolerancia convencionales. Para conseguir tales fuerzas pequeñas se necesitan materiales delgados y geometría de ondas 'débil' con el fin de aproximarse a la función de mulle plástico, dando lugar a estructuras muy endebles que son difíciles de manipular y, una vez ensambladas, tienen rigidez radial muy baja.

35 Por ejemplo, en un experimento, se compararon un anillo de tolerancia convencional que comprendía un simple anillo de acero, y un anillo de tolerancia construido de acuerdo con la invención, con capa de baja fricción sobre un anillo de acero idéntico. De ese modo, la geometría de anillo de acero era la misma para ambos anillos, por ejemplo, de un diámetro de 35 mm, una anchura de 12 mm y un espesor de 0,2 mm, en los cuales fueron estampadas ondas (por ejemplo, 9 ondas por anillo) que tenían una altura de 1 mm, siendo la separación de ondas idéntica para ambos  
40 anillos de acero. La única diferencia en este experimento era que el anillo de tolerancia mejorado también incluía un anillo de PTFE que tenía un espesor adicional de 0,25 mm, de acuerdo con la invención. De ese modo, el anillo de PTFE comprendía un espesor de acero de 0,2 mm más un espesor de PTFE de 0,25 mm. Las rigideces de muelle para el anillo convencional solo de acero y del anillo estratificado con PTFE eran aproximadamente idénticas, ya que el PTFE tiene muy poco efecto sobre la forma de la curva de deflexión de carga si se mantenía la geometría de las  
45 ondas de acero. Las fuerzas de deslizamiento para estos dos diseños experimentales llegaron a 1000 N para el anillo de tolerancia solo de acero, pero sólo a 400 N para el anillo estratificado con PTFE. Aunque el anillo de sólo acero tenía sólo 0,2 mm de espesor, las fuerzas de deslizamiento eran mucho mayores debido al mayor coeficiente de fricción sin PTFE, y el desgaste que ocurre durante el movimiento relativo.

Como otro ejemplo y comparación de anillos de tolerancia en una aplicación de deslizamiento de par, se ensayaron  
50 anillos de tolerancia que tenían diámetros de 20 mm, anchuras de 18 mm y alturas de ondas de 1 mm, y una separación de onda a onda de 7 mm. La aplicación tenía un objetivo de par de deslizamiento de 4 Nm. Para conseguir este objetivo, se formó un anillo de tolerancia de acuerdo con la invención a partir de una banda de material de acero inoxidable que tenía un espesor de 0,4 mm, más una capa estratificada de PTFE con un espesor de 0,25 mm- Esta realización produjo el par de deslizamiento de sólo 4 Nm, pero tenía una rigidez radial muy  
55 significativa para una carga aplicada exteriormente de 50.000 N/mm.

Por contra, la producción de un par de deslizamiento objetivo de sólo 4 Nm con un anillo de tolerancia convencional sólo de acero requería que el espesor del acero fuera reducido a sólo 0,2 mm. Como consecuencia, la rigidez radial de este diseño convencional era, por comparación, de unos meros 12.000 N/mm. Por lo tanto, para conseguir el par de deslizamiento objetivo, el espesor tenía que ser reducido de manera que diera un espesor radial que fuera menor  
60 que un cuarto del que se puede conseguir por la presente realización de la invención. Este experimento demuestra que las realizaciones de la invención proporcionan un conjunto mucho más rígido en aplicación de deslizamiento de

par bajo, lo que es particularmente importante cuando sea necesario resistir la carga exterior. Además, en la práctica, el anillo de tolerancia convencional de solo metal fracasa fácilmente en aplicaciones en las que se requieren múltiples deslizamientos, debido al desgaste significativo en sus superficies de contacto de acero solamente.

5 Reducciones convencionales de fuerza de deslizamiento fueron posibles reduciendo el número de ondas, separando más las ondas y/o reduciendo el espesor de la materia prima aproximadamente a 0,1 mm para reducir la rigidez de cada onda. Ninguna de estas soluciones convencionales son viables para reducir la fuerza de deslizamiento. Estos métodos simples también reducen perjudicialmente la rigidez radial global del conjunto, de manera que el resultado es mucho menos estable y menos capaz de resistir la carga radial externa sin deflexión indebida.

10 El mantenimiento de la rigidez de las ondas, pero con reducción del número de ondas, da lugar a la misma fuerza por onda, de modo que ocurren los mismos problemas de desgaste que en los diseños de la técnica anterior sin una capa de baja fricción. Además, la reducción del espesor del acero a 0,1 mm da lugar a un anillo muy endeble, que causa significativas dificultades de manipulación y de montaje.

15 La adición del material de baja fricción sobre la superficie del anillo de tolerancia en el que ocurre el deslizamiento tiene el efecto de disminuir el coeficiente de fricción de contacto y disminuir las fuerzas de deslizamiento resultantes. Por ejemplo, el coeficiente de fricción proporcionado por la capa de baja fricción puede estar en el intervalo de aproximadamente de 0,04 a 0,25, y aproximadamente de 0,09 a 0,17 en otras realizaciones. Este diseño también evita el desgaste de las superficies de los componentes durante el deslizamiento, manteniendo las fuerzas de deslizamiento durante muchos ciclos de deslizamiento. Con fuerzas disminuidas, la geometría del anillo de tolerancia se puede hacer más robusta para los mismos niveles de fuerza de lo que sería posible con anillos de tolerancia convencionales. El flujo del material de baja fricción en las zonas de contacto tiene también el efecto de ayudar a minimizar la variación de la fuerza de deslizamiento al deformarse plásticamente dentro de sí mismo, con lo que se proporciona una fuerza de control más uniforme.

25 Aplicaciones para tales realizaciones incluyen, por ejemplo, control de la fuerza de deslizamiento axial (por ejemplo, en mecanismos de deslizamiento de ajuste en longitud de 'tubo dentro de tubo' de una columna de dirección), protección de sobrecarga de par en mecanismo accionados (por ejemplo, aplicaciones en automoción tales como colocadores de asientos, mecanismos de puertas, etc.). La capa de baja fricción está sobre la superficie del anillo de tolerancia que está adyacente a la superficie que desliza. Puede estar en la parte superior o en la parte inferior de las ondas, dependiendo de la aplicación y de la configuración del conjunto. Se pueden usar materiales y/o espesores alternativos de baja fricción, dependiendo de las propiedades requeridas, tales como presiones de contrato, velocidades de deslizamiento y características deseadas de lubricación o desgaste.

35 La capa de baja fricción puede comprender muchos tipos de materiales, incluyendo, por ejemplo, un polímero, tal como una policetona, poliaramida, una poliimida termoplástica, una polieterimida, un poli(sulfuro de fenileno), una polietersulfona, una polisulfona, una poli(sulfona de fenileno), una poliamidaimida, un polietileno de peso molecular ultra alto, un fluoropolímero termoplástico, una poliamida, un polibenzimidazol o cualquier combinación de los mismos. En un ejemplo, el material termoplástico incluye una policetona, una poliaramida, una poliimida, una polieterimida, un poli(sulfuro de fenileno), una poli(sulfona de fenileno), un fluoro polímero, un polibenzimidazol, una derivación de los mismos o una combinación de los mismos. En un ejemplo particular, el material termoplástico incluye un polímero, tal como una policetona, una poliimida termoplástica, una polieterimida, un poli(sulfuro de fenileno), una poliéter sulfona, una polisulfona, una poliamidaimida, un derivado de ellos o una combinación de los mismos. En un ejemplo más, el material incluye policetona, tal como poliéter éter cetona (PEEK), poliéter cetona, poliéter cetona cetona, poliéter cetona éter cetona cetona, un derivado de ellos o una combinación de los mismos. Un ejemplo de fluoropolímero incluye etileno propileno fluorado (FEP), politetrafluoroetileno (PTFE), poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), perfluoroalcoxi (PFA), un terpolímero de tetrafluoroetileno, hexafluoropropileno, y fluoruro de vinilideno (THV), policlorotrifluoroetileno (PCTFE), copolímero de etileno tetrafluoroetileno (ETFE), copolímero de etileno clorotrifluoroetileno (ECTFE), o cualquier combinación de los mismos. En un ejemplo adicional, el polímero termoplástico puede ser polietileno de peso molecular ultra alto. Un lubricante sólido de ejemplo puede incluir politetrafluoroetileno o un lubricante sólido seleccionado de disulfuro de molibdeno, disulfuro de tungsteno, grafito, grafeno, grafito expandido, nitruro de boro, talco, fluoruro de calcio, fluoruro de cerio, o cualquier combinación de los mismos. Un ejemplo de cerámica o mineral incluye alúmina, sílice, dióxido de titanio, fluoruro de calcio, nitruro de boro, mica. Wollastonita, carburo de silicio, nitruro de silicio, zirconia, negro de carbón, pigmentos, o cualquier combinación de los mismos.

55 En algunas realizaciones, el lado del acero del anillo de tolerancia permanece estacionario contra la otra superficie. Elementos de retención, tales como pestañas, lengüetas, ondulaciones, salientes u otros dispositivos pueden ser incorporados para anclar la superficie de acero al componente conjugado para evitar deslizamiento.

60 En algunas realizaciones, el anillo de tolerancia proporciona holgura nula con baja fuerza de deslizamiento para movimiento rotacional o axial. En un aspecto, el anillo de tolerancia se combina una capa de baja fricción para favorecer el deslizamiento con un anillo de tolerancia para proporcionar acoplamiento a través de un espacio de separación entre dos componentes que se mueven uno con respecto a otro. La estructura es compresible y presenta

las ventajas adicionales de ser operable en una diversidad de tamaños del espacio de separación (por ejemplo, para compensar las variaciones de fabricación en las dimensiones de los componentes) y presenta un área de contacto menor que los anillos de tolerancia convencionales. En combinación con la capa de baja fricción, este diseño proporciona una reducción considerable de las fuerzas de fricción que se oponen a al movimiento relativo entre los componentes incluso cuando es elevada la carga radial o axial.

Otra ventaja de la estructura de anillo de tolerancia es su resiliencia. Sin la capa de baja fricción, ocurriría el desgaste debido a múltiples deslizamiento y cambiaría la fuerza de deslizamiento. Sin embargo, con la capa de baja fricción se evita el desgaste. Se desgasta la capa de baja fricción en lugar de los componentes en acoplamiento. El efecto de muelle del anillo de tolerancia absorbe el desgaste del PTFE, manteniendo nula la holgura y ayudando a mantener los niveles de fuerza.

El anillo incluye normalmente uno o más rebordes planos que se extienden circunferencialmente, tal como en los bordes axiales del anillo, y una serie de salientes espaciados circunferencialmente, que se extienden esencialmente en direcciones radiales. Los salientes se extienden radialmente desde el anillo, ya sea hacia fuera, separándose del anillo, o hacia dentro, hacia el centro radial del anillo. Los salientes pueden ser formaciones discretas. Pueden ser formaciones regulares, tales como nervios, ondas o dedos. Cada saliente puede comprender un nervio redondeado (por ejemplo, una onda) que se eleve hasta y desciende desde un pico radial. En tales realizaciones, la fuerza transmitida por el saliente está concentrada en una pequeña región alrededor de los bordes, donde encuentra a la banda (es decir, su "huella").

Durante el uso, cada saliente actúa como un muelle y ejerce una fuerza radial contra los componentes, por lo que proporciona un ajuste de interferencia entre ellos. La rotación del componente interior o del exterior produce rotación similar en el otro componente, ya que es transmitido por el anillo. De igual modo, el movimiento lineal o axial de cualquier componente produce movimientos lineales similares en el otro componente, ya que es transmitida fuerza lineal por el anillo.

Se conoce la existencia de anillos de tolerancia que permiten el deslizamiento entre componentes en circunstancias excepcionales. Por ejemplo, si se aplican fuerzas relativamente elevadas (por ejemplo, de rotación o lineales) a uno o a los dos componentes, interior y exterior, de tal manera que la fuerza resultante entre los componentes esté por encima de un valor de umbral. En anillos de tolerancia convencionales, ese valor de umbral es alto y está basado en un valor esperado basado en la fuerza de carga radial experimentada por el anillo.

De acuerdo con un aspecto, se puede proporcionar un sistema que comprenda un componente interior, un componente exterior dispuesto para recibir el componente interior, y un anillo de tolerancia montado entre los componentes interior y exterior para efectuar un acoplamiento conjugado entre ellos. El anillo de tolerancia puede consistir en una banda deformable de un primer material, teniendo la banda un reborde plano que se extiende circunferencialmente y una pluralidad de salientes circunferencialmente espaciados, que se extienden radialmente, y una capa de baja fricción de un segunda material que tiene un coeficiente de fricción inferior que el del primer material para proporcionar una superficie de deslizamiento para permitir el movimiento relativo entre los componentes interior y exterior. Durante el uso, la banda proporciona un ajuste de holgura nula entre los componentes interior y exterior transmitiendo una fuerza de carga entre ellos. Sin embargo la capa de baja fricción funciona para reducir la fuerza de fricción en la interfaz de deslizamiento de tal manera que la fuerza de deslizamiento requerida para mover los componentes interior y exterior uno con relación a otro es significativamente menor que un valor esperado derivado de la fuerza de carga.

El reborde plano de la banda puede proporcionar una superficie de contacto que se extienda circunferencialmente con uno de los componentes interior y exterior. Una región apropiada de contacto alrededor de la circunferencia del anillo de tolerancia puede mejorar el control sobre la fuerza de deslizamiento. Puede haber dos o más rebordes en la banda, con múltiples bandas de ondas en algunas realizaciones. Puede estar dispuesto un reborde en cada extremo axial del anillo de tolerancia, estando los salientes situados entre los rebordes.

Los salientes pueden estar dispuestos para sobresalir hacia fuera del reborde para proporcionar una pluralidad de superficies de contacto discretas con el otro de los componentes interior y exterior. Los salientes pueden estar configurados para deformarse. Esto puede incluir deformación elástica en las superficies de contacto discretas para transmitir la fuerza de carga radialmente a través del anillo de tolerancia entre los componentes interior y exterior. La forma y el tamaño de cada saliente pueden ser seleccionados según la aplicación particular. La fuerza de deslizamiento puede depender de la forma de los salientes. Normalmente, los salientes u ondas del anillo de tolerancia son capaces de transmitir fuerzas radiales relativamente elevadas (por ejemplo, de 200 N o más) para colocarse establemente y proporcionar rigidez radial entre los componentes interior y exterior. Cada saliente comprende una región de huella en la que sus bodes encuentran la banda. La interfaz de deslizamiento puede estar en el punto de transferencia de carga entre una región de huella y uno de los componentes interior y exterior. Por ejemplo, esto puede ocurrir entre el anillo de tolerancia y aquel de los componentes interior y exterior que contacta con los rebordes. El área de la región de huella puede ser relativamente pequeña, lo que, en combinación con la capa de baja fricción, reduce las fuerzas de fricción.

En algunas realizaciones, los salientes son de estructuras autónomas. Por ejemplo, cada saliente puede consistir en

un nervio redondeado que se extienda circunferencialmente, con hombros en estrechamiento o convergencia en sus extremos axiales. Cuando el anillo de tolerancia está montado en el componente interior o exterior en un montaje previo, los hombros en estrechamiento actúan como guías para ayudar a la instalación axial del otro componente.

5 Los salientes son cuidadosamente seleccionados y diseñados en cuanto a sus propiedades de transferencia de fuerza o de muelle. La geometría de los salientes se selecciona para proporcionar características deseadas de deformación elástica/plástica. Las características de deformación se seleccionan solo para tener en cuenta la tolerancia de fabricación de los componentes interno y externo, sino también para compensar la dilatación térmica diferencial y el desgaste que puedan ocurrir entre componentes distintos en funcionamiento, asegurando de ese modo que se consigue la función deseada en todo. Estos diseños son aplicables a anillos de tolerancia de holgura 10 cero para asegurar que los componentes ensamblados no se sueltan a temperaturas elevadas.

15 Durante el uso, la banda del anillo de tolerancia puede deformarse elásticamente cuando está montada en uno de los componentes en el ensamble previo. Cuando el otro de los componentes está montado en el montaje previo, comprimiendo con ello el anillo en el espacio de separación entre los componentes, se deforman preferiblemente solo los salientes. Esta deformación puede ser elástica o plástica, dependiendo de la forma y/o del perfil de los salientes y del tamaño del espacio de separación. Si solo se deforman los salientes de ese modo, el área de contacto de transmisión de fuerza en la interfaz de deslizamiento no se altera sensiblemente cuando se comprime el anillo. Esto permite que se consiga una fuerza de deslizamiento uniforme.

20 La capa de baja fricción puede ser enteriza con la banda o estar unida a ella, y se adapta en forma a la banda. Por ejemplo, la capa de baja fricción se moldea con, y adapta a, los salientes de la banda. Esta característica permite una construcción compacta. La capa de baja fricción comprende una serie de parches discretos unidos a, o estratificados sobre, la banda. Por ejemplo, la capa de baja fricción puede estar dispuesta en puntos de contacto en la interfaz de deslizamiento. En una realización, parches de material de baja fricción están unidos a la banda en las regiones de huella y en los rebordes. La banda puede estar expuesta donde no exista contacto en la interfaz de deslizamiento.

25 La capa de baja fricción puede estar unida a una superficie de la banda vuelta hacia el componente interior o exterior. La capa de baja fricción puede estar aplicada como revestimiento o unida a la banda. En una realización la capa de baja fricción está estratificada sobre la superficie de la banda. La estratificación de la capa de baja fricción proporciona un espesor uniforme alrededor de la banda para evitar que puedan producirse parches delgados si la capa es aplicada por inmersión de la banda en una forma líquida del segundo material y haciendo girar o sacudiendo de otro modo para desprender el exceso. 30

35 En algunas realizaciones, el anillo de tolerancia está asegurado sobre uno de los componentes interior o exterior, con lo que la interfaz de deslizamiento está entre el anillo y el otro de los componentes. Por ejemplo, el anillo de tolerancia puede estar asegurado o retenido mediante agarre elástico de la banda sobre el componente interior. En este ejemplo, la capa de baja fricción está dispuesta solo sobre la superficie interior de la banda y los salientes pueden extenderse radialmente hacia fuera desde la banda, por ejemplo hacia el componente exterior. Con esta disposición, la interfaz de deslizamiento está en la zona de contacto entre la superficie interior del anillo de tolerancia y el componente interior, donde las huellas de los salientes y los rebordes del anillo de tolerancia contactan con el componente interior.

40 El anillo de tolerancia está asegurado por acoplamiento de fricción de la banda sobre uno de los componentes. En realizaciones de anillos hendidos, el anillo hendido es elástico para agarrar a un componente (por ejemplo un eje) que es más largo que su diámetro, o expandirse hacia fuera contra un componente exterior (por ejemplo, un taladro de un alojamiento) que sea menor que su diámetro. Puede ser deseable permitir el movimiento relativo entre los componentes interior y exterior en un solo sentido (por ejemplo de rotación o axial). En este caso, el anillo de tolerancia puede ser mecánicamente retenido con respecto a uno de los componentes para evitar el movimiento 45 relativo en la interfaz de deslizamiento en el sentido no deseado. Por ejemplo, el anillo de tolerancia puede pinzar en una ranura externa sobre la superficie exterior de un eje. Los bordes de la ranura impiden el movimiento axial del anillo de tolerancia con relación al eje. Si la interfaz de deslizamiento está dispuesta en la superficie interior del anillo de tolerancia, es evitado el movimiento axial relativo del eje y el taladro en la interfaz y debe, en su lugar, ocurrir en la superficie exterior del anillo de tolerancia. La superficie exterior puede no tener la capa de baja fricción y puede, 50 por lo tanto, proporcionar más resistencia al movimiento relativo.

La banda puede consistir en un anillo hendido elástico, tal como un bucle abierto que se extienda parcialmente alrededor del perímetro del componente interior. La configuración de salientes puede ser simétrica alrededor de la circunferencia del anillo con respecto a la hendidura. Esta disposición puede ser particularmente estable.

55 El componente interior puede ser un eje y el componente exterior puede ser un alojamiento que tenga un taladro para recibir al eje. El anillo de tolerancia se extiende alrededor del perímetro del eje para aplicarse a la superficie exterior del eje y a la superficie interior del taladro. Como se ha mencionado anteriormente, la banda puede extenderse totalmente alrededor del perímetro del eje o sólo parcialmente alrededor del eje.

El aparato puede incluir también una unidad de accionamiento dispuesta para producir el movimiento relativo entre

el eje y el alojamiento, estando dispuesto el anillo para permitir el deslizamiento circunferencial entre la superficie exterior del eje y la superficie interior del taladro.

5 La capa de baja fricción puede tener prácticamente la misma extensión circunferencial que la banda. La capa de baja fricción puede estar dispuesta en todos los puntos de contacto entre el anillo y el componente interior/exterior en la interfaz de deslizamiento. La banda no contacta, por lo tanto, con el componente que se está moviendo con respecto a ella en la interfaz de deslizamiento, lo que puede reducir la fricción.

Cada dentado puede estar opuesto a un saliente. Por ejemplo, los salientes pueden ser formados por estampación, prensado o laminación de una tira de material de tal manera que los dentados se formen automáticamente en la cara trasera de la tira cuando se forman los salientes.

10 Cuando los salientes son estructuras discretas autónomas que tienen paredes que encierran un volumen cuando están montadas entre los componentes interior y exterior, pueden retener cualquier grasa aplicada antes del montaje y reducir o minimizar la subsiguiente fuga.

15 De acuerdo con otro aspecto, puede estar previsto un anillo de tolerancia para montar entre componentes interior y exterior para efectuar un acoplamiento conjugado entre ellos. El anillo comprende una banda deformable de un primer material, teniendo la banda un reborde plano que se extiende circunferencialmente y una pluralidad de salientes que se extienden radialmente, espaciados circunferencialmente, y una capa de baja fricción de un segundo material que tiene un coeficiente de fricción inferior al del primer material para proporcionar una interfaz de deslizamiento para permitir el movimiento relativo entre los componentes interior y exterior. El anillo puede tener cualquiera de las características explicadas anteriormente con respecto a otros aspectos.

20 De acuerdo con otro aspecto, puede ser proporcionado un método de formar un anillo de tolerancia para montar entre componentes para efectuar el acoplamiento conjugado entre ellos, comprendiendo el método: unir una capa de material de deslizamiento a una tira de un material de base para formar una estructura de capas, teniendo el material de deslizamiento un coeficiente de fricción inferior al del material de base; formar una pluralidad de salientes espaciados a través de la estructura de capas, adyacentes a una región plana; doblar la estructura en capas para formar un anillo, en el que la región plana resulte un reborde que se extienda circunferencialmente y la pluralidad de salientes se extiendan radialmente desde la estructura en capas.

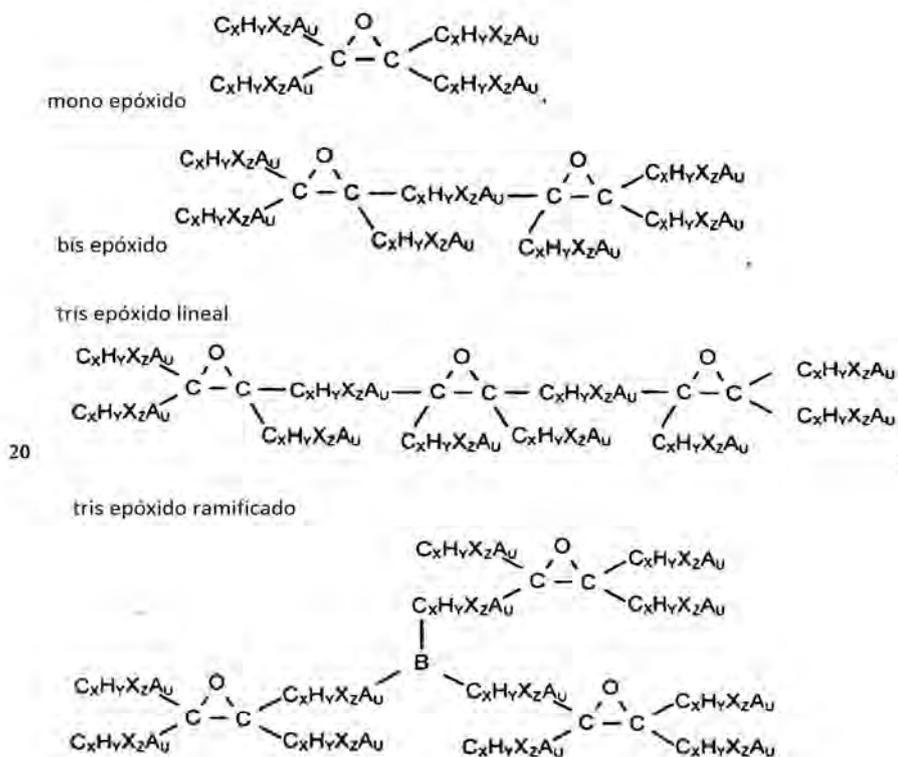
30 El material de base puede ser igualmente un material apropiado para formar un anillo de tolerancia, tal como acero de muelle o similar. El material de deslizamiento puede ser estratificado sobre el material de base para unirlos al mismo. La estratificación tiene una ventaja en algunas aplicaciones debido a que la capa unida tiene un espesor uniforme. El espesor de la capa estratificada puede ser seleccionado para asegurar que el comportamiento del material no se degrade si existe cualquier desgaste en la interfaz de deslizamiento. El material de deslizamiento puede ser cualquier material apropiado para formar la capa de baja fricción explicada anteriormente. La pluralidad de salientes pueden ser formados por estampación, presión o laminación de la estructura de capas.

35 Las realizaciones se distinguen también sobre los diseños convencionales que simplemente cambian el paso y/o profundidad de sus ondulaciones para conseguir un grado de elasticidad para evitar el par excesivo. Con realizaciones del presente anillo de tolerancia, el diseño opera dentro de una banda de par bien definida (por ejemplo, con valores máximo y mínimo) para proporcionar funcionalmente una magnitud definida de resistencia controlada. Este diseño proporciona unos medios de limitación de par o fuerza axial dentro de bandas definidas. De ese modo, proporciona un alto grado de control preciso de fuerza, en lugar de una mera especificación de elasticidad para compensación radial. Las realizaciones de anillo de tolerancia combinan características de muelle específicas de la banda metálica con características de fricción y desgaste de una capa de baja fricción seleccionada, dentro de un anillo de tolerancia que extiende la envoltura de comportamiento de diseños de tolerancia al control de ancho de banda preciso de aplicaciones de baja fuerza, deslizamiento múltiple, que previamente no eran posibles.

45 La figura 7 es una vista en sección de otra realización que ilustra varias capas de un anillo de tolerancia 700 resistente a la corrosión. El anillo de tolerancia 700 puede incluir un sustrato 702 de soporte de carga, tal como una capa de soporte metálica (por ejemplo una banda anular). La capa de soporte metálica puede incluir un metal o una aleación metálica, tal como acero, incluyendo acero al carbono, acero de muelles y similares, hierro, aluminio, zinc, cobre, magnesio o cualquier combinación de los mismos. El sustrato 702 de apoyo de carga puede estar revestido con capas temporales 704 y 706 de protección de corrosión para evitar la corrosión del sustrato de apoyo de carga antes del tratamiento. Además, la capa temporal 708 de protección contra la corrosión puede ser aplicada sobre la capa 704.

55 Cada una de las capas 704, 706 y 708 puede tener un espesor de aproximadamente de 1 a 50 micras, tal como aproximadamente de 7 a 15 micras. Las capas 704 y 706 pueden incluir un fosfato de zinc, hierro, manganeso o cualquier combinación de ellos, o una capa nano-cerámica. Además, las capas 704 y 706 pueden incluir silanos funcionales, iniciadores basados en silanos de nano-escala, silanos hidrolizados, promotores de adherencia de organosilanos, iniciadores de silanos basados en disolvente/agua, poliolefinas cloradas, superficies pasivadas,

- 5 revestimientos de cinc (mecánico/galvánico) o cinc-níquel comercialmente disponibles, o cualquier combinación de ellos. La capa 708 puede incluir silanos funcionales, iniciadores basados en silanos de nano-escala, silanos hidrolizados, promotores de adherencia de organosilanos, iniciadores de silanos basados en disolvente/agua. Las capas temporales 704, 706 y 708 de protección contra la corrosión pueden ser retiradas o retenidas durante el proceso.
- 10 Una capa 710 de baja fricción o deslizamiento puede estar aplicada al sustrato 702 de apoyo de carga, tal como con una capa adhesiva 712 u otros medios como se describe en esta memoria. La capa de deslizamiento 710 puede comprender el material descrito aquí. Adicionalmente, la capa de deslizamiento 710 puede incluir cargas, tales como una carga de reducción de la fricción. Ejemplos de cargas que se pueden usar en la capa de deslizamiento 710 incluyen fibras de vidrio, fibras de carbón, silicio, grafito, PEEK, disulfuro de molibdeno, poliéster aromático, partículas de carbón, bronce, fluoropolímero, cargas termoplásticas, carburo de silicio, óxido de aluminio, poliamidimida (PAI), PPS, poli(sulfona de fenileno) (PPSO2), polímeros de cristal líquido (LCP), poliésteres aromáticos (Econol) y partículas minerales tales como wollastonita y sulfato de bario, o cualquier combinación de los mismos. Las cargas pueden estar en la forma de nódulos, fibras, polvo, malla o cualquier combinación de ellos.
- 15 En algunas realizaciones, la capa de deslizamiento puede incluir una malla tejida o rejilla de metal expandida. La malla tejida o la rejilla de metal expandida puede incluir un metal o una aleación metálica tal como aluminio, acero, acero inoxidable, bronce, o similares. Alternativamente, la malla tejida puede ser una malla de polímero tejida. En una realización alternativa, la capa de deslizamiento puede no incluir una malla o rejilla. En otra realización alternativa, la malla tejida o rejilla de metal expandida puede estar embebida entre dos capas adhesivas.
- 20 La capa adhesiva 712 puede comprender un adhesivo de fusión por calor. Ejemplos de adhesivos que pueden ser usados en la capa adhesiva 712 incluyen fluoropolímeros, unas resinas epoxídicas, unas resinas de poliimida, unos copolímeros de poliéter/poliamida, acetatos de etilén vinilo, Etileno tetrafluoroetileno (ETFE), copolímero de ETFE, perfluoroalcoxi (PFA), o cualquier combinación de ellos. Adicionalmente, la capa adhesiva 712 puede incluir al menos un grupo funcional seleccionado de  $-C=O$ ,  $-C-O-R$ ,  $-COH$ ,  $-COOH$ ,  $-COOR$ ,  $CF_2=CF-OR$ , o cualquier combinación de ellos, en los que R es un grupo orgánico cíclico o lineal que contiene entre 1 y 20 átomos de carbono. Además, la capa adhesiva 712 puede incluir un copolímero. En una realización, el adhesivo de fusión por calor puede tener una temperatura de fusión no mayor que aproximadamente 250°C, tal como no mayor que aproximadamente 220°C. En otras realizaciones, la temperatura de fusión del adhesivo de fusión por calor puede ser mayor que 250°C, incluso mayor que 300°C.
- 25 En una superficie del sustrato 702 de apoyo de carga de oposición a la capa 710 de deslizamiento, se puede aplicar un revestimiento 714 resistente a la corrosión. El revestimiento 714 resistente a la corrosión puede tener un espesor de aproximadamente 1 a 50 micras, tal como de aproximadamente 5 a 20 micras, y tal como de 7 a 15 micras. El revestimiento resistente a la corrosión puede incluir una capa 716 promotora de la adherencia y una capa 718 de epoxi. La capa 716 promotora de la adherencia puede incluir un fosfato de cinc, hierro, magnesio, estaño o cualquier combinación de ellos, o una capa nano-cerámica. La capa 716 promotora de la adherencia puede incluir silanos funcionales, capas basadas en silanos de nano-escala, silanos hidrolizados, promotores de adherencia de organosilanos, iniciadores de silanos basados en disolvente/agua, poliolefinas cloradas, superficies pasivadas, revestimiento de cinc (mecánico/galvánico) o de cinc-níquel comercialmente disponibles, o cualquier combinación de los mismos.
- 30 La capa 718 de epoxi puede ser de un epoxi curado térmicamente, epoxi curado por UV, un epoxi curado por IR, un epoxi curado por haz electrónico, un epoxi curado por radiación o un epoxi curado por aire. Además, la resina epoxídica puede incluir poliglicidiléter, diglicidiléter, bisfenol A, bisfenol F, oxirano, oxaciclopropano, etilóxido, 1,2-epoxipropano, 2-metiloxirano, 9,10-epoxi-9,10-dihidroantraceno, o cualquier combinación de ellos. La resina epoxídica puede incluir epoxis sintéticos modificados por resina, basados en resinas fenólicas, resinas de urea, resinas de melamina, benzoguanamina con formaldehído o cualquier combinación de ellos. A modo de ejemplo, los epoxis pueden incluir
- 35
- 40
- 45



o cualquier combinación de los mismos, en los que CXHYXZAU es una cadena de carbono lineal o ramificada, saturada o insaturada, opcionalmente con átomos de hidrógeno de sustitución de átomos de halógeno XZ, y opcionalmente donde están presentes opcionalmente átomos como nitrógeno, fosforosos, boro, etc., y B es uno de carbono, nitrógeno, oxígeno, fosforosos, boro, azufre, etc.

La resina epoxídica puede incluir además un agente de endurecimiento. El agente de endurecimiento puede incluir aminas, anhídridos de ácidos, endurecedores de fenol novolac, tales como fenol novolac poli[N-(4-hidroxifenil)maleimida] (PHPMI), formaldehídos de rojo de fenol, compuestos grasos de amina, anhídridos policarbónicos, poliacrilato, isocianatos, poliisocianatos encapsulados, complejos de trifluoruro de boro amina, endurecedores de base crómica, poliamidas, o cualquier combinación de ellos. Generalmente, los anhídridos de ácidos se pueden adaptar a la fórmula R-C=O-O-C=O-R', donde R puede ser CXHYXZAU como se ha descrito anteriormente. Las aminas pueden incluir aminas alifáticas, tales como monoetilamina, dietilentriamina, trietiltetraamina, y similares, aminas alicíclicas, aminas aromáticas tales como aminas alifáticas cíclicas, aminas ciclo alifáticas, amidoaminas, poliamidas, diciandiamidas, derivadas de imidazol, y similares o cualquier combinación de las mismas. En general, las aminas pueden ser aminas primarias, aminas secundarias o aminas terciarias que se adaptan a la fórmula R1R2R3N, en la que R puede ser CXHYXZAU como se ha descrito anteriormente.

En una realización, la capa 718 de epoxi puede incluir cargas para mejorar la conductividad, tales como cargas de carbón, fibras de carbón, partículas de carbón, grafito, fibras metálicas tales como de bronce, aluminio y otros metales y sus aleaciones, cargas de óxido metálico, cargas de carbono revestido de metal, cargas de polímero revestido de metal, o cualquier combinación de las mismas. Las cargas conductoras pueden permitir que pase la corriente a través del revestimiento de epoxi y pueden aumentar la conductividad de los manguitos revestidos, en comparación con los manguitos revestidos sin cargas conductoras.

En una realización, una capa de epoxi puede aumentar la resistencia a la corrosión del manguito. Por ejemplo, la capa 718 de epoxi puede evitar esencialmente que elementos corrosivos tales como agua, sales, y similares se pongan en contacto con el sustrato de apoyo de carga, inhibiendo con ello la corrosión química del sustrato de apoyo de carga. Además, la capa de epoxi puede inhibir la corrosión galvánica, ya sea del alojamiento o del sustrato de apoyo de carga, evitando el contacto entre metales distintos. Por ejemplo, la colocación de un manguito de aluminio sin capa de epoxi dentro de un alojamiento de magnesio puede hacer que el magnesio se oxide. Sin embargo, la capa 718 de epoxi puede evitar que el sustrato de aluminio contacte con el alojamiento de magnesio e inhibir la corrosión debida a una reacción galvánica.

- Esta descripción escrita utiliza ejemplos que incluyendo el mejor modo, y también para hacer posible que los expertos ordinarios en la técnica hagan uso de la invención. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la técnica. Se pretende que tales otros ejemplos queden comprendidos dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieran del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales con los lenguajes literales de las reivindicaciones. Por ejemplo, las realizaciones pueden relacionar a dispositivos rotativos tales como un motor eléctrico, tales como un motor de limpia-parabrisas, o aplicaciones de deslizamiento axial, tales como un mecanismo de ajuste de la columna de dirección.
- 5
- 10 Aunque se han mostrado y descrito realizaciones solamente en algunas de las formas, será evidente para los expertos en la técnica que no está así limitadas, sino que son susceptibles de diversos cambios sin apartarse del alcance de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un conjunto (300) que comprende:  
un componente exterior (302);  
un componente interior (306) situado dentro del componente exterior y movable con respecto al mismo;
- 5 un anillo de tolerancia (100, 200, 500, 600, 700) montado entre los componentes interior y exterior, estando el anillo de tolerancia caracterizado por:  
una rigidez radial que es mayor que aproximadamente 20.000 N/mm;  
una fuerza de deslizamiento axial en un intervalo de 10 a 600 N; y  
un diámetro de al menos 10 mm,
- 10 en el que el anillo de tolerancia comprende una banda anular (102, 202, 502, 602, 702) formada de un material metálico y de un material de baja fricción (104, 204, 504, 604, 704) unida a la banda anular.
2. Un conjunto según la reivindicación 1, en el que la banda anular está formada de un acero de muelles y el material de baja fricción tiene un coeficiente de fricción en el intervalo de 0,04 a 0,25, y está estratificado al menos en un lado de la banda anular.
- 15 3. Un conjunto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la banda anular tiene un espesor radial de aproximadamente 0,1 a 0,7 mm, y el material de baja fricción tiene un espesor radial en el intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,50 mm
4. Un conjunto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el anillo de tolerancia tiene una pluralidad de salientes (108, 208, 508, 608) que se extienden en dirección radial, estando los salientes comprimidos entre los componentes interior y exterior de tal manera que el anillo de tolerancia actúa en una parte aplanada de una característica de fuerza de compresión/retención mediante la cual los salientes presentan función elástica y se deforman plásticamente.
- 20 5. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 4, en el que los salientes se extienden también en dirección axial como nervios alargados axialmente y el anillo de tolerancia tiene también rebordes (109, 209, 509, 609) que se extienden circunferencialmente en los extremos axiales de los salientes.
- 25 6. Un conjunto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, en el que los salientes están circunferencialmente espaciados entre sí por secciones planas (110, 210, 510, 610).
7. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 6, en cuanto depende de la reivindicación 5, en el que las secciones planas y los rebordes que se extienden circunferencialmente están formados de manera contigua en una configuración plana, y en el que, opcionalmente, los nervios alargados axialmente tienen picos redondeados y los extremos axiales de cada nervio terminan en un hombro en estrechamiento (111, 211, 511, 611) en los rebordes que se extienden circunferencialmente.
- 30 8. Un conjunto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, en el que los salientes se apoyan a tope entre sí circunferencialmente.
- 35 9. Un conjunto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el anillo de tolerancia proporciona parámetros seleccionados del grupo que consiste en:  
(i) un par de deslizamiento en el intervalo de 1 a 25 Nm, y un diámetro menor que aproximadamente 40 mm;  
(ii) un par de deslizamiento en el intervalo de 1 a 100 Nm, y un diámetro mayor que 40 mm;
- 40 (iii) una fuerza de protección de sobrecarga menor que 100 Nm;  
(iv) un diámetro mayor que 65 mm;  
(v) una fuerza de protección de sobrecarga menor que 25 Nm, y un diámetro menor que 40 mm;  
(vi) una fuerza de protección de sobrecarga que comprende una fuerza de protección de sobrecarga de par de entre 1 y 25 Nm, y un diámetro menor que 40 mm.
- 45 10. Un conjunto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una capa resistente a la corrosión (704, 706, 708, 714) sobre la banda anular, en el que la capa resistente a la corrosión tiene opcionalmente un espesor de aproximadamente 1 a 50 micras.

11. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la capa resistente a la corrosión (714) consiste en una capa (718) de resina epoxídica.
12. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la capa resistente a la corrosión (714) comprende además una capa promotora de adherencia (716) situada debajo de la capa de resina epoxídica.
- 5 13. Un conjunto de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la capa promotora de la adherencia comprende un fosfato de cinc, hierro, manganeso, estaño o cualquier combinación de ellos, o cinc galvánico, cinc mecánico, o combinación de ellos; y en el que, opcionalmente, la capa promotora de la adherencia comprende silanos funcionales, iniciadores basados en silanos de nano-escala, silanos hidrolizados, promotores de adherencia de organosilanos, iniciadores de silanos basados en disolvente/agua, poliolefinas cloradas, superficies pasivazas o  
10 cualquier combinación de los mismos.
14. Un conjunto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que la capa de resina epoxídica comprende un agente de endurecimiento que incluye una amina, un anhídrido de ácido, un compuesto graso de amina, un anhídrido policarbónico, un poliácrlato, un poliisocianato encapsulado, o cualquier combinación de ellos, y la amina incluye una amina alifática, una amina alicíclica, una amina aromática o cualquier combinación  
15 de ellas.

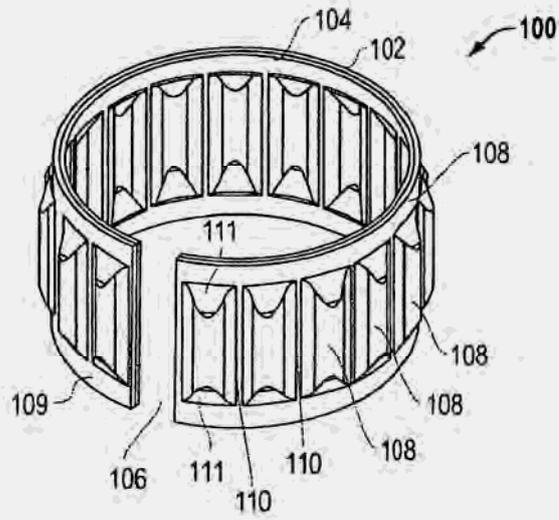


FIG. 1

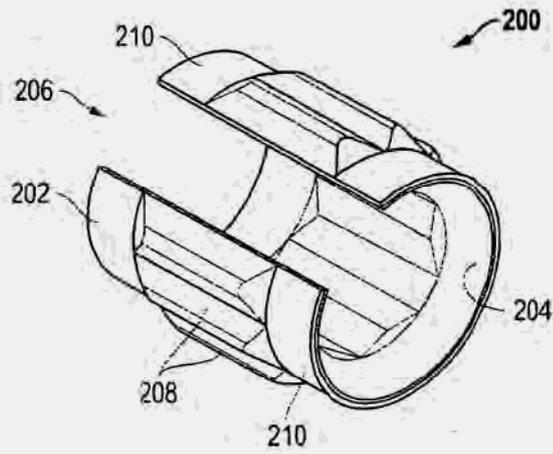
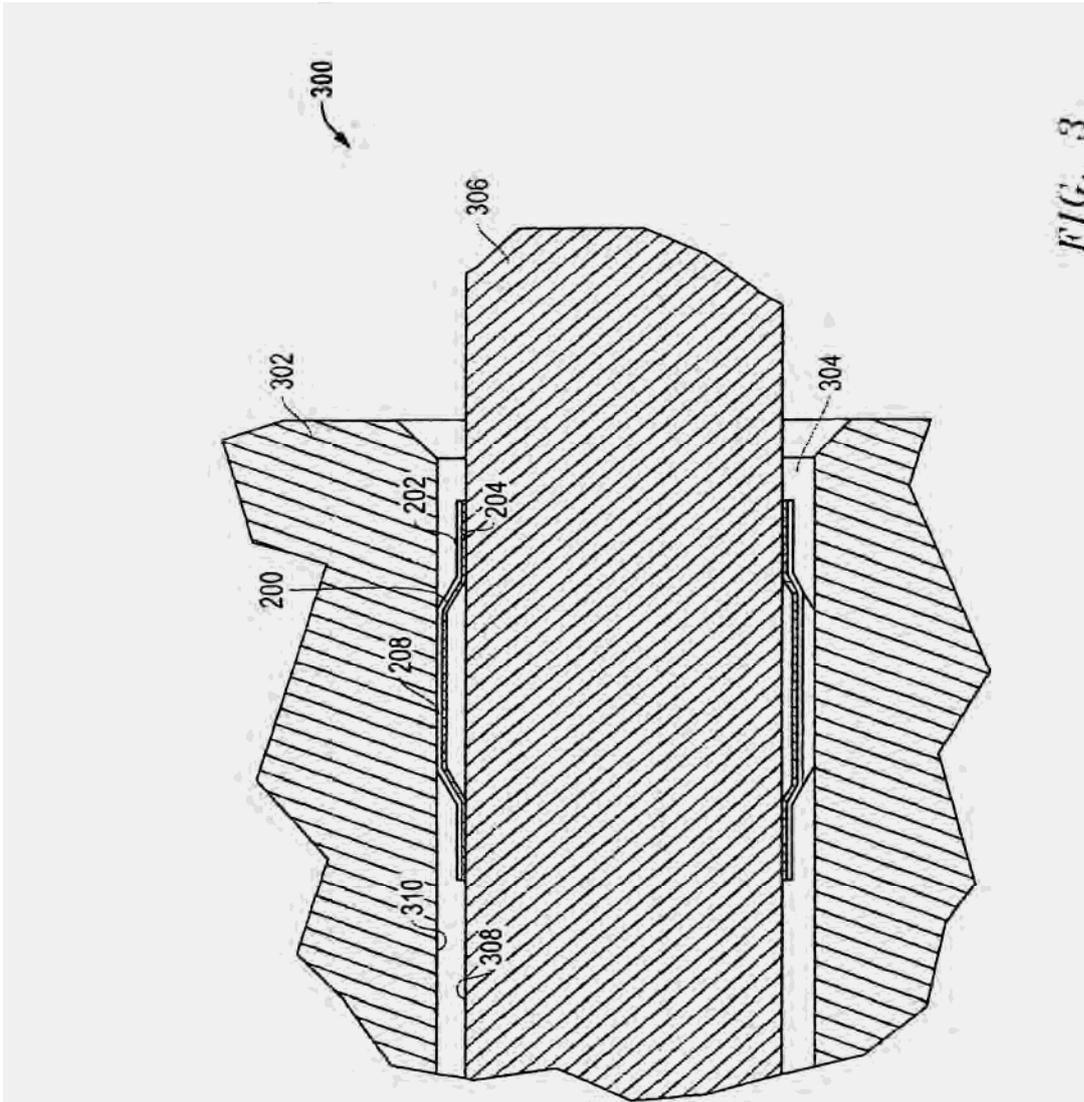


FIG. 2



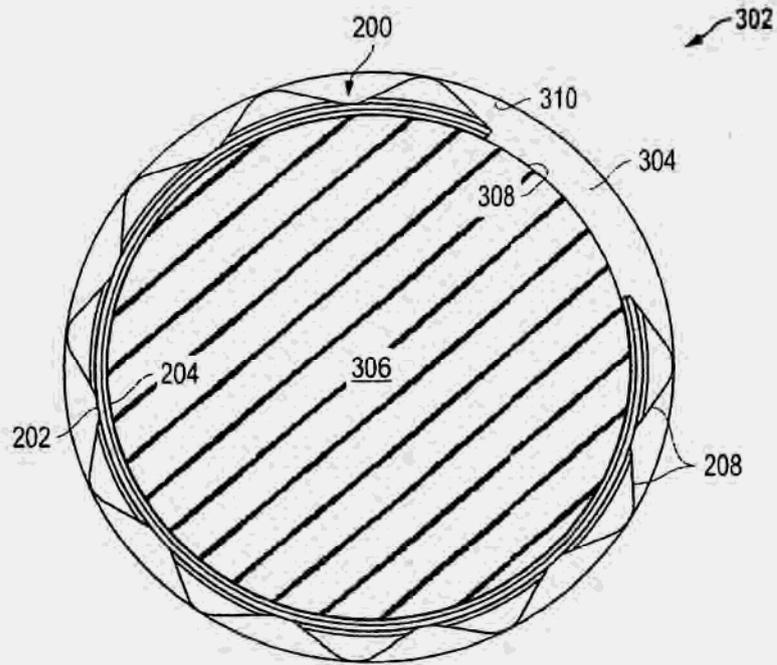


FIG. 4

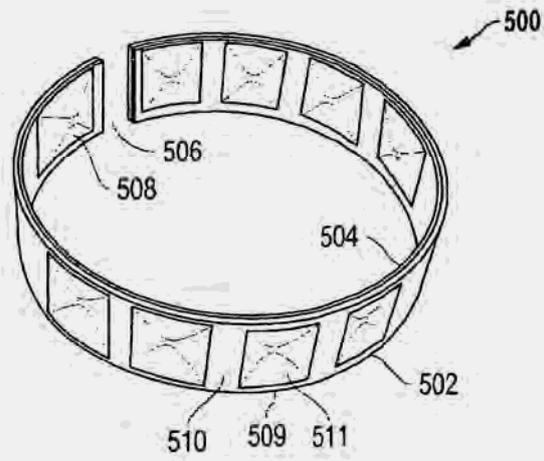


FIG. 5A

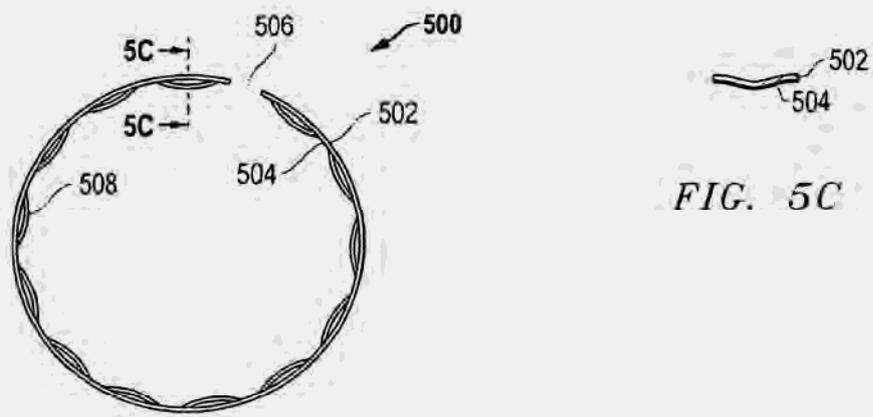


FIG. 5B

FIG. 5C

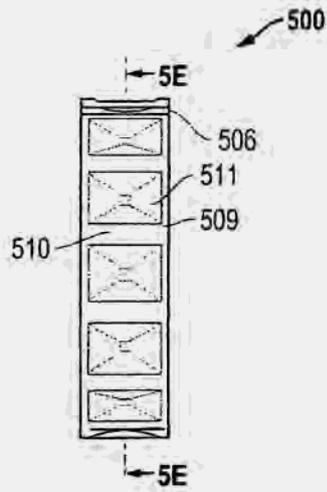


FIG. 5D

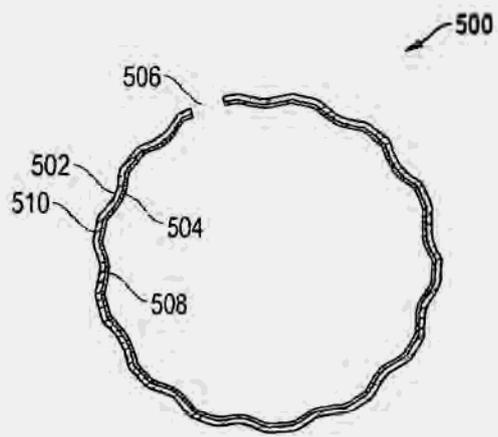


FIG. 5E

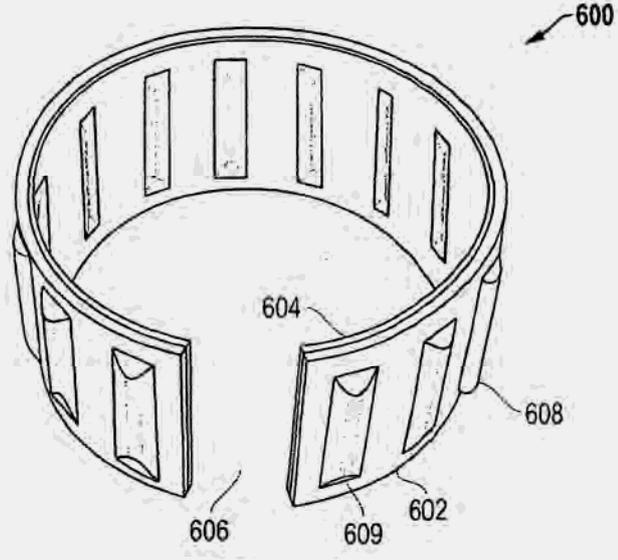


FIG. 6A

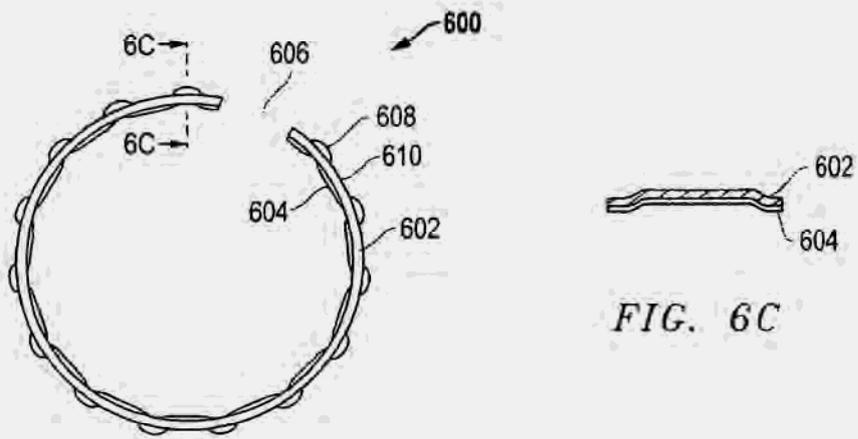


FIG. 6B

FIG. 6C

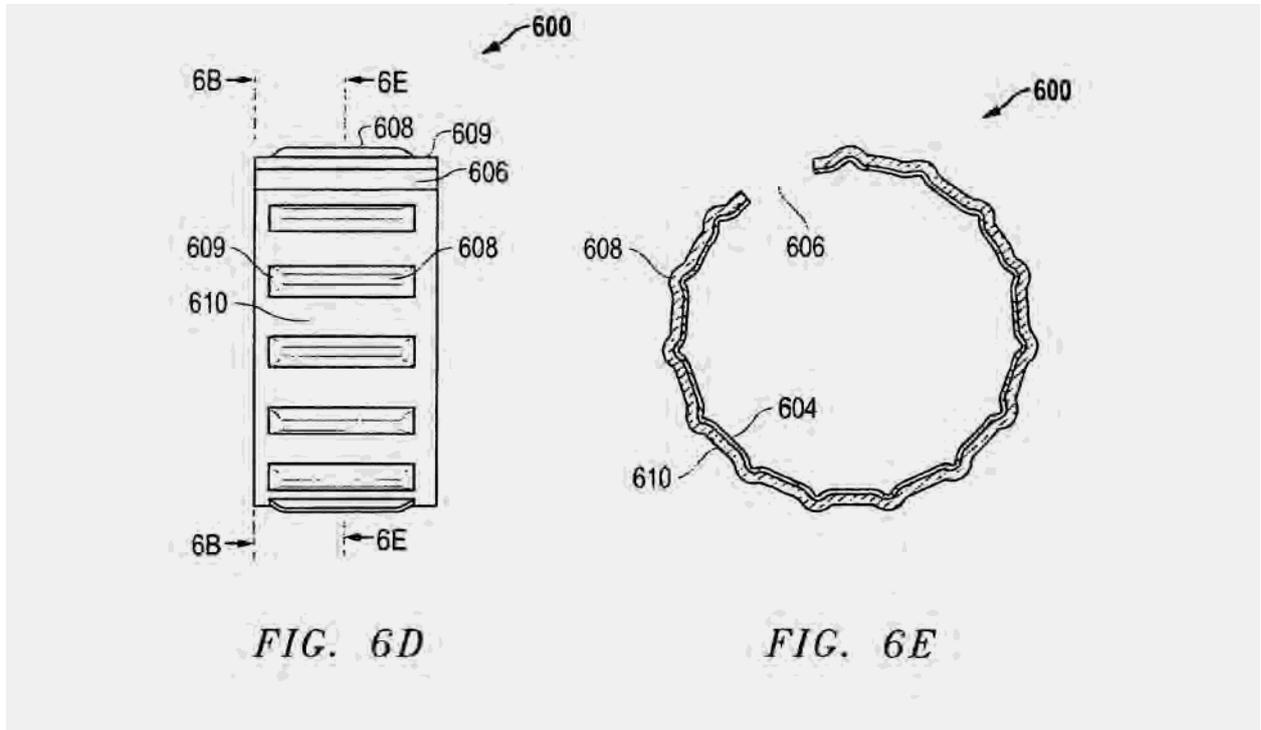




FIG. 7