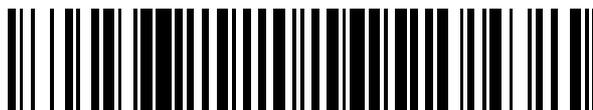


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 418 140**

51 Int. Cl.:

F16D 1/02 (2006.01)

F16C 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2001 E 01304768 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013 EP 1178231**

54 Título: **Acoplamiento mecánico para miembros rotatorios cooperantes**

30 Prioridad:

31.07.2000 US 629538

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

12.08.2013

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**WOJCIECHOWSKI, CHARLES ROBERT;
HOLLOWAY, GARY MAC y
HAUBERT, RICHARD CLAY**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 418 140 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

Acoplamiento mecánico para miembros rotatorios cooperantes

La presente invención se refiere a un acoplamiento entre una pluralidad de miembros rotatorios de sección transversal generalmente circular. Más particularmente, en una forma, se refiere a un acoplamiento entre miembros cooperantes alineados de un eje.

En los aparatos rotatorios, por ejemplo ejes, tambores, etc., en la maquinaria de generación de energía tal como un motor de turbina, puede ser deseable unir miembros rotatorios cooperantes de diferentes materiales, metales o aleaciones. Los ejemplos de tales miembros rotatorios incluyen ejes, tambores, estructuras cónicas, etc., diseñados de diversas formas con un motor de turbina de gas. Una diversidad de procedimientos presentados para unir tales metales y aleaciones diferentes incluyen enlace por difusión, soldadura convencional, soldadura por fricción, cobresoldadura y enlace explosivo, dependiendo de condiciones tales como la temperatura operativa pretendida de un componente que se está formando y las propiedades mecánicas requeridas en la unión entre tales miembros. Cuando existen diferencias significativas en las propiedades, tales como de resistencia, expansión térmica, etc., se unen metales de transición o aleaciones metálicas entre los miembros.

En los modernos motores de turbina de gas, puede ser beneficioso, por ejemplo para la reducción de peso, usar para un componente rotatorio, tal como un eje, una combinación de un miembro metálico o de aleación metálica y un miembro reforzado con fibra, tal como un material compuesto de matriz metálica, unidos para rotación. Un ejemplo de tal material compuesto conocido en la técnica incluye una matriz basada en Ti o una aleación de Ti, reforzada con fibras, por ejemplo vidrio, grafito, carbono, polímero, metal, etc. El enlace, de tipos tales como los identificados anteriormente, no proporciona propiedades mecánicas y/o físicas adecuadas a una unión entre tales miembros con diferencias significativas en las características de expansión térmica. Tal enlace es particularmente un problema cuando se pretende transferir par de torsión entre tales miembros cooperantes diferentes durante la rotación.

El documento GB 2251051 desvela la unión de un eje para asegurar dos partes de eje hueco entre sí que comprende una pluralidad de proyecciones que se extienden axialmente sobre los extremos de las partes del eje que después del montaje se sujetan en su posición. Una de las partes del eje está fabricada a partir de un material compuesto.

Un aspecto de la presente invención proporciona un acoplamiento mecánico para transferir par de torsión entre miembros rotatorios cooperantes, cada uno de sección transversal sustancialmente circular, y alineados a lo largo de un eje de rotación, comprendiendo el acoplamiento: un primer miembro que tiene una primera parte de superficie que incluye una primera pluralidad de dientes separados que se proyectan desde la primera parte de superficie; un segundo miembro que tiene una segunda parte de superficie que incluye una segunda pluralidad de dientes separados que se proyectan desde la segunda parte de superficie hacia la primera pluralidad de dientes; cooperando la primera y segunda pluralidad de dientes en yuxtaposición para interbloquearse mecánicamente entre sí definiendo una interfaz entre el primer y segundo miembros; y medios de sujeción para mantener el primer y segundo miembros juntos en la interfaz; caracterizado porque la primera parte de superficie comprende un primer material compuesto reforzado con fibra que incluye fibras orientadas según 45° , en cualquiera de los lados del eje de rotación.

Un segundo aspecto de la invención proporciona un procedimiento para fabricar el acoplamiento mecánico de la reivindicación 1, que comprende las etapas de: seleccionar el material compuesto reforzado con fibra para el primer miembro; seleccionar el metal para el segundo miembro; seleccionar los requisitos de par de torsión y rigidez para el acoplamiento; medir y comparar la resistencia torsional y el módulo del material compuesto reforzado con fibra, dependiendo del ángulo de la fibra, para proporcionar datos de comparación; y después, seleccionar de entre los datos de comparación un ángulo de fibra de 45° respecto al eje de rotación para la fibra en el material compuesto para el primer miembro que satisfaga los requisitos de par de torsión y rigidez para el acoplamiento.

El acoplamiento comprende un segundo miembro que tiene una segunda parte de superficie que incluye una segunda pluralidad de dientes separados que se proyectan desde la segunda parte de superficie hacia la primera pluralidad de dientes, en una forma generalmente axial y dispuestos generalmente de forma circunferencial alrededor del segundo miembro. La primera y segunda pluralidad de dientes cooperan en yuxtaposición para interbloquearse entre sí definiendo una interfaz entre el primer y segundo miembros. Los miembros de sujeción mantienen el primer y segundo miembros juntos en la interfaz.

Se describirá ahora una realización de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista fragmentada esquemática de un eje hueco de sección transversal sustancialmente circular que comprende un primer y segundo miembros de eje unidos con una lengüeta radial entre ellos, de acuerdo con una forma de la presente invención.

La Figura 2 es una vista fragmentada esquemática del eje de la Figura 1 que muestra una forma del medio de retención o miembros para retener unida la sujeción del eje.

La Figura 3 es una vista en sección fragmentada de otra forma del medio de retención.

La Figura 4 es una presentación gráfica de los datos que comparan la resistencia torsional y el módulo con el ángulo de orientación de la fibra relativo a la dirección axial o al eje de rotación para un miembro del eje de material compuesto de matriz metálica de Ti.

5 La Figura 5 es una vista en sección fragmentada, ampliada, de una parte de la lengüeta radial del tipo mostrado en la Figura 1.

La Figura 6 es una vista en sección fragmentada de otra forma del acoplamiento mecánico de la presente invención.

10 Una ventaja de la sustitución de al menos una parte de un miembro de un motor de turbina de gas, destinado para aplicación en aviones, por un material compuesto de masa relativamente menor es la reducción de peso. Otras ventajas pueden incluir mayor rigidez del eje y coste reducido. Un ejemplo de tal miembro es un eje rotatorio pretendido destinado a transferir par de torsión de una parte del motor a otra, tal como entre un ventilador delantero y una turbina de baja presión de un motor de turbina de gas. El enlace permanente, tal como mediante soldadura, de una parte de material compuesto de matriz metálica reforzada con fibra de un eje rotatorio a una parte del eje
15 metálico o de aleación metálica de estructura generalmente uniforme no es práctica y, en algunos ejemplos, no puede conseguirse, para ciertos ejes de un motor de turbina de gas. La presente invención proporciona un acoplamiento mecánico que posibilita la transferencia de par de torsión entre tales miembros rotatorios cooperantes. Además, la disposición mecánica de la invención proporciona la capacidad de compensar, en el diseño del acoplamiento, las tolerancias asociadas con las diferencias en las características de expansión térmica entre los
20 miembros cooperantes.

La presente invención se entenderá más a fondo por referencia a los dibujos. La Figura 1 es una vista fragmentada esquemática simplificada de un eje rotatorio hueco, de sección transversal sustancialmente circular, mostrado generalmente como 10. El eje 10 comprende un primer miembro 12 hueco con una pared 14 externa y fabricado de una matriz reforzada con fibra de carburo de silicio de una aleación basada en Ti comercial. Otras fibras que pueden
25 usarse incluyen grafito, carbono, tungsteno, polímero, boro y vidrio. El eje 10 incluye un segundo miembro 16 hueco con una pared 18 externa y fabricado de una aleación basada en Ni disponible en el mercado como la aleación In 718. Los ejemplos típicos de metales a partir de los cuales puede fabricarse el segundo miembro 16 incluyen al menos uno de Fe, Ni, Co, Ti, Al, Mg y sus aleaciones. Las fibras en la matriz del miembro 12, cuando están orientadas generalmente de forma axial no solo proporcionan un miembro como 12 de aproximadamente el 60% del peso del miembro 16 de aleación de Ni, sino también de hasta aproximadamente dos veces la rigidez del miembro 16.

Para proporcionar el acoplamiento mecánico de la presente invención, el primer y segundo miembros 12 y 16, respectivamente, están dispuestos interbloqueados mediante un registro liberable, como se muestra, en forma de una lengüeta radial mecánica, que representa el acoplamiento, mostrado generalmente en 20. La lengüeta 20 comprende una primera pluralidad de miembros 22 similares a dientes, denominados dientes en el presente documento,
35 dispuestos circunferencialmente alrededor del primer miembro 12 y que se proyectan desde el primer miembro 12 generalmente de forma axial respecto al eje de rotación 24. La lengüeta 20 también incluye una segunda pluralidad de dientes 26, interbloqueados mecánicamente con la primera pluralidad de dientes 22, dispuestos circunferencialmente alrededor del segundo miembro 16 y que se proyectan hacia los dientes 22 generalmente de forma axial respecto al eje de rotación 24. Los dientes 22 y 26 están interbloqueados en la lengüeta 20 radial para definir una interfaz 27
40 entre los miembros 12 y 16. La retención del primer y segundo miembros para rotación conjunta y transferencia de par de torsión es un medio de sujeción representado en la Figura 1 como las flechas 28. Las formas de tales miembros de sujeción se muestran en las Figuras 2 y 3.

Las realizaciones de los dibujos se presentan como ejes huecos porque esa forma es la usada más frecuentemente en turbinas de gas para aviones. Sin embargo, debe entenderse que la presente invención puede aplicarse también a
45 miembros de eje de tipo sustancialmente macizo. Los ejemplos de ejes huecos que se han diseñado para funcionar y girar dentro de un motor de turbina de gas entre la sección del ventilador y la sección de turbina de un motor, se conocen bien en la técnica de los motores de turbina. Como se ha mencionado anteriormente, en los diseños anteriores, tal eje hueco se ha fabricado de un solo metal o aleación, o de una pluralidad de miembros metálicos y/o aleación cooperantes alienados y unidos en un eje, tal como por soldadura u otro enlace por fusión.

50 La vista esquemática fragmentada de la Figura 2 muestra combinación de miembros de la Figura 1 en la que el medio 28 de sujeción incluido en el acoplamiento mecánico de la presente invención es una sujeción de tornillo con tuerca que incluye un casquillo 30 alrededor de los dientes 22 y 26 interbloqueados de la lengüeta 20. El casquillo 30 está asegurado alrededor del eje 10 en la lengüeta 20 mediante un tornillo 32.

55 En la vista en sección fragmentada de la Figura 3 se muestra otra realización del medio 28 de sujeción. En esta forma, las paredes 14 y 18 están sujetadas juntas a través de la interfaz 27 de interbloqueo mediante el tornillo 34 roscado.

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, las fibras de refuerzo en el primer miembro 12 de material compuesto reforzado con fibra están orientados según 45°, a cualquier lado, de la dirección del eje de rotación. La

- 5 presentación de la Figura 4 incluye datos de una comparación gráfica de la resistencia torsional y módulo con el ángulo de fibra respecto a la dirección axial para un material compuesto reforzado con fibra. La matriz del material compuesto era una aleación basada en Ti comercial, por ejemplo la aleación de Ti 6-4 y la aleación de Ti 6-2-4-2. Las figuras de refuerzo eran carburo de silicio. Los datos de la Figura 4 muestran que la resistencia torsional y el módulo preferidos para el acoplamiento de la presente invención se consigue cuando las fibras están alineadas a aproximadamente 45°, en cualquier lado, respecto a la dirección axial. De acuerdo con una forma de la presente invención, el ángulo de la fibra se seleccionó para satisfacer los requisitos de par de torsión y rigidez. Las fibras predominantemente en la dirección longitudinal proporcionan la mayor rigidez. La mayor capacidad de par de torsión se consiguió con fibras según aproximadamente 45° respecto al eje de rotación.
- 10 La Figura 5 es una vista en sección fragmentada ampliada de una parte de los miembros interbloqueados de la Figura 1. Los dientes 22 y 26 están interbloqueados mecánicamente de forma liberable en la interfaz 27 entre los miembros 12 y 16, respectivamente. En la Figura 5 se muestran las fibras 26 de refuerzo, alineadas generalmente a lo largo del eje de rotación 24. Las flechas 38 y 40 muestran la dirección del par de torsión, respectivamente, para los miembros 12 y 16.
- 15 La Figura 6 es una vista en sección fragmentada de una pared de otra realización de la presente invención en la que un primer miembro 12 reforzado con fibra está acoplado mecánicamente a los dientes 22, como se ha descrito anteriormente. En este ejemplo, el primer miembro 12 está interbloqueado entre el segundo miembro 16 y el tercer miembro 42 cooperantes incluyendo los dientes 44. Cada uno de los miembros 16 y 42 están fabricados de un metal o aleación metálica generalmente de estructura uniforme. El acoplamiento mecánico se mantiene mediante el medio 28
- 20 de sujeción, por ejemplo como se ha descrito anteriormente.
- La presente invención se ha descrito en relación con ejemplos y realizaciones específicas que están concebidas para que sean típicas en lugar de limitar su alcance en modo alguno. Por ejemplo, las formas del acoplamiento mecánico de la presente invención pueden usarse en cualquier unión en la que se pretenda transformar el par de torsión en una forma cilíndrica.

REIVINDICACIONES

1. Un acoplamiento (20) mecánico para transferir par de torsión entre miembros (12, 16) rotatorios cooperantes, cada uno de sección transversal sustancialmente circular, y alineados a lo largo de un eje (24) de rotación, comprendiendo el acoplamiento (20):
 - 5 un primer miembro (12) que tiene una primera parte (14) de la superficie que incluye una primera pluralidad de dientes (22) separados que se proyectan desde la primera parte (14) de la superficie;
 - un segundo miembro (16) que tiene una segunda parte (18) de la superficie que incluye una segunda pluralidad de dientes (26) separados que se proyectan desde la segunda parte (18) de la superficie hacia la primera pluralidad de dientes (22);
 - 10 cooperando la primera y segunda pluralidad de dientes (22, 26) en yuxtaposición para interbloquearse mecánicamente entre sí definiendo una interfaz (27) entre el primer y segundo miembros (12, 16);
 - y
 - un miembro (28) de sujeción para mantener el primer y segundo miembros (12, 16) juntos en la interfaz (27);
 - 15 **caracterizado porque** la primera parte (14) de la superficie comprende un material compuesto reforzado con fibra que incluye fibras orientadas según 45°, a cualquier lado del eje (24) de rotación.
2. El acoplamiento (20) mecánico de la reivindicación 1 en el que:
 - la primera pluralidad de dientes (22) se proyecta generalmente de forma axial y están dispuestos generalmente de forma circunferencial alrededor del primer miembro (12); y
 - 20 la segunda pluralidad de dientes (26) se proyecta generalmente de forma axial y están dispuestos generalmente de forma circunferencial alrededor del segundo miembro (16).
3. El acoplamiento (20) mecánico de la reivindicación 1 en el que la primera parte (14) del primer miembro (12) es un material compuesto de matriz metálica reforzada con fibra.
4. El acoplamiento (20) mecánico de la reivindicación 3 en el que:
 - la matriz metálica está basada en Ti; y
 - 25 la fibra es al menos una selecciona entre el grupo que consiste en carburo de silicio, grafito, carbono, tungsteno, polímero, boro y vidrio.
5. El acoplamiento (20) mecánico de la reivindicación 4 en forma de un eje (10) de un motor de turbina en el que la segunda parte (18) de la superficie del segundo miembro (16) está fabricada de al menos un metal seleccionado entre el grupo que consiste en Fe, Ni, Co, Ti, Al, Mg y sus aleaciones.
- 30 6. Un eje (10) de un motor de turbina de gas rotatorio, de sección transversal sustancialmente circular, que comprende un primer miembro (12) de sección transversal sustancialmente circular y un segundo miembro (16) de sección transversal sustancialmente circular, estando asegurados el primer y segundo miembros (12, 16) para girar engrasados juntos a través del acoplamiento (20) mecánico de la reivindicación 1.
7. El eje (10) de la reivindicación 6 en el que:
 - 35 el primer miembro (12) es hueco y es un material compuesto de matriz metálica reforzada con fibra en el que la matriz metálica está basada en Ti y la fibra es al menos una seleccionada entre el grupo que consiste en carburo de silicio, grafito, carbono, tungsteno, polímero, boro y vidrio;
 - el segundo miembro (16) es hueco y está fabricado de al menos un metal seleccionado entre el grupo que consiste en Fe, Ni, Co, Ti, Al, Mg y sus aleaciones.
- 40 8. Un procedimiento para fabricar el acoplamiento (20) mecánico de la reivindicación 1, que comprende las etapas de:
 - seleccionar el material compuesto reforzado con fibra para el primer miembro (12);
 - seleccionar el metal para el segundo miembro (16);
 - 45 seleccionar los requisitos de par de torsión y rigidez para el acoplamiento (20);
 - medir y comparar la resistencia torsional y el módulo del material compuesto reforzado con fibra, dependiendo del ángulo de la fibra, para proporcionar datos de comparación; y después,
 - seleccionar a partir de los datos de comparación un ángulo de fibra de 45° respecto al eje (24) de rotación para la fibra en el material compuesto para el primer miembro (12) que satisfaga los requisitos de par de torsión y rigidez para el acoplamiento (20).
- 50 9. El procedimiento de la reivindicación 8 para fabricar un eje (10) de un motor de turbina de gas rotatorio, de sección transversal sustancialmente circular, que comprende un primer miembro (12) de sección transversal sustancialmente circular y un segundo miembro (16) de sección transversal sustancialmente circular, estando asegurados el primer y segundo miembros (12, 16) para girar engrasados juntos a través del acoplamiento (20) mecánico, en el que:

la matriz del material del primer miembro (12) está basada en Ti;
la fibra del material del primer miembro (12) es al menos una selecciona entre el grupo que consiste en carburo de silicio, grafito, carbono, tungsteno, polímero y vidrio; y
el segundo miembro (16) está fabricado de al menos un metal seleccionado entre el grupo que consiste en Fe, Ni, Co, Ti, Al, Mg y sus aleaciones.

5

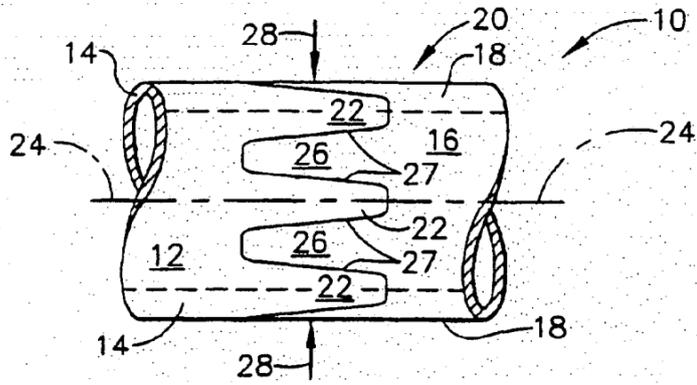


FIG. 1

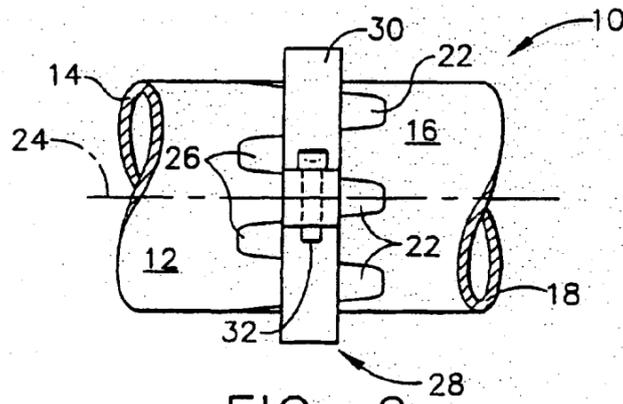


FIG. 2

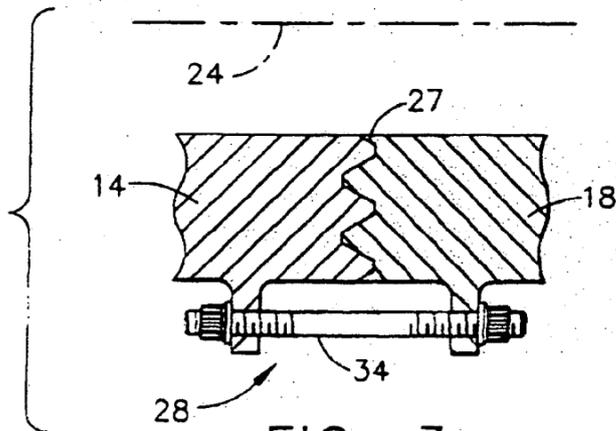


FIG. 3

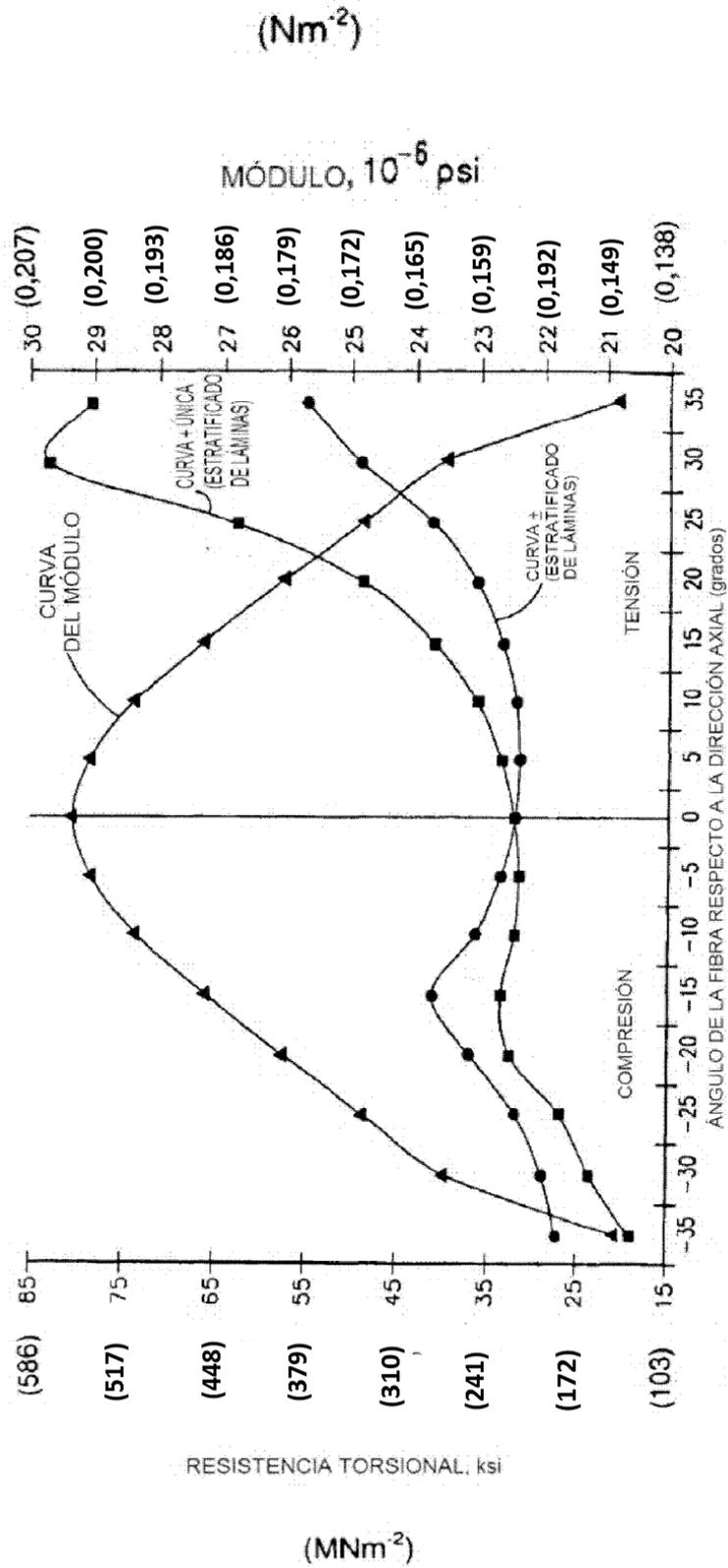


FIG. 4

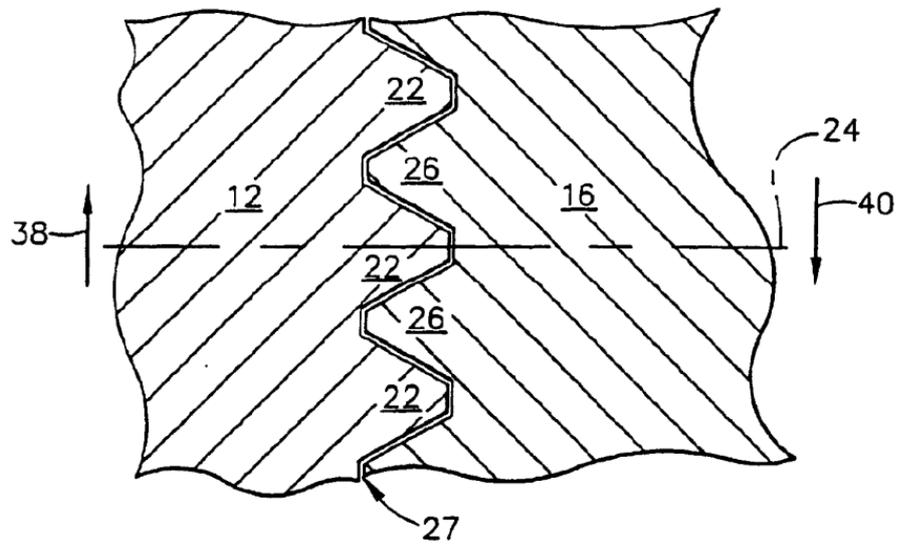


FIG. 5

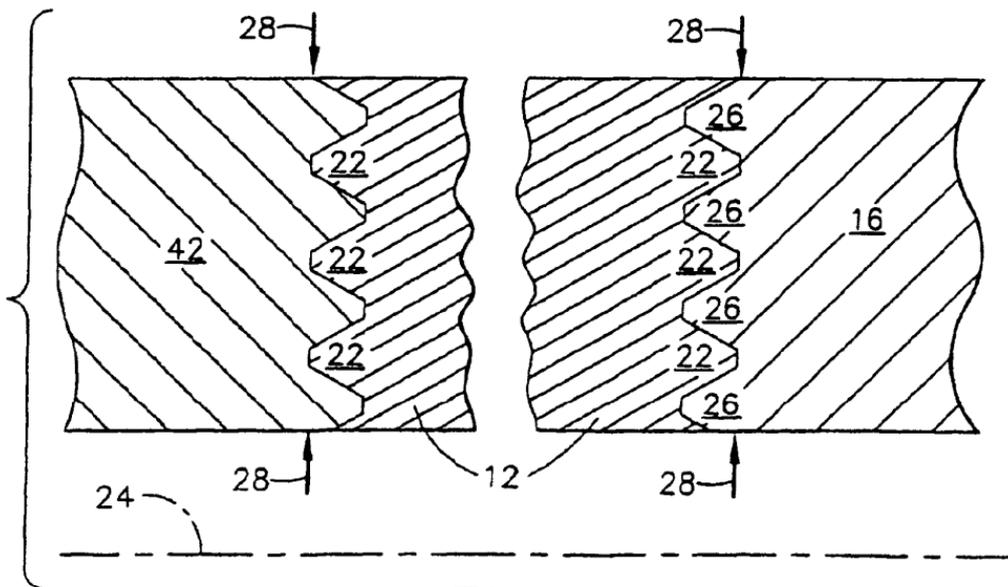


FIG. 6