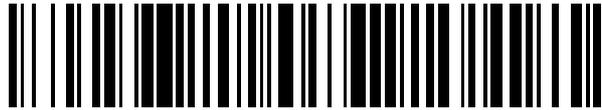


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 680 368**

51 Int. Cl.:

F16F 1/18 (2006.01)

F16F 1/368 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2012 PCT/JP2012/055486**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.09.2012 WO12121181**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2012 E 12754600 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018 EP 2685125**

54 Título: **Resorte de plástico reforzado con fibra**

30 Prioridad:

10.03.2011 JP 2011052816

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

06.09.2018

73 Titular/es:

**NHK SPRING CO., LTD. (100.0%)
10, Fukuura 3-chome, Kanazawa-ku
Yokohama-shi, Kanagawa 236-0004, JP**

72 Inventor/es:

**SHIGEMATSU, RYOHEI y
NAKAZONO, MIHO**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 680 368 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

RESORTE DE PLÁSTICO REFORZADO CON FIBRA

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un resorte de plástico reforzado con fibra y en particular a una técnica para controlar las condiciones de rotura cuando se aplica una carga sobre el mismo.

10 **Estado de la técnica**

En el ámbito de los vehículos, por ejemplo, se utiliza un muelle pulsante al que se aplica una carga de flexión (como por ejemplo un resorte de espiral, un resorte de espiral plano o un resorte de placa) y ha sido necesario reducir el peso y tamaño del resorte. Por ejemplo, para reducir el peso se ha propuesto utilizar un resorte de plástico reforzado con fibra (a continuación llamado muelle FRP) en lugar de un resorte metálico.

Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 8, cuando se aplica una carga de flexión pulsante P sobre un resorte en forma de placa 51, que está soportado por áreas de soporte 52, se genera tensión de compresión en una parte superior de la superficie de un lado cargado y se genera tensión de tracción en una parte inferior de la superficie, opuesta a lado cargado. El símbolo de referencia S es el posicionamiento neutro del eje en el centro de la dirección de espesor del resorte de placa 51. En el caso en el que el resorte FRP se utilice como el resorte en forma de placa, el agrietamiento puede darse en el lado de tensión de compresión.

En el resorte de placa FRP la simple aparición de pequeñas grietas puede dar lugar a la rotura del resorte. En este caso, como se muestra en la figura 7, puede romperse mostrando fragilidad. Por eso existe el riesgo de dispersión de piezas rotas y de dañar partes circunferenciales por piezas rotas dispersas. Además, como la variación de la carga es grande cuando se rompe, la comodidad del vehículo puede verse afectada.

Para evitar la dispersión de piezas rotas durante la rotura se conoce una técnica en la que una circunferencia de una parte extrema de un elemento absorbente de energía, fabricado con resina reforzada con fibra, está cubierta por una cubierta hueca (ver la publicación de la solicitud de patente japonesa no examinada nº 5 2005-47387).

Sin embargo esta técnica es difícil de aplicar en un resorte de placa y además la cubierta hueca debería prepararse como un elemento adicional. Además, es difícil 10 para esta técnica reducir la variación de cargas durante la rotura.

La patente EP 0 082 321 A2 muestra un resorte de placa de plástico reforzado con fibra según el preámbulo de la reivindicación 1.

15 **Resumen de la invención**

Por eso, un objetivo de la presente invención es proporcionar un resorte de plástico reforzado con fibra en el cual el propio resorte puede evitar la dispersión de piezas rotas durante la rotura, sin necesidad de utilizar otra pieza, y en el cual 20 se puede reducir la variación de cargas durante la rotura.

Una característica del resorte de plástico reforzado con vidrio de la presente invención (llamado a continuación resorte FRP) es que el resorte tiene una unidad de orientación positiva con al menos una capa de orientación positiva y una 25 unidad de orientación negativa con al menos una capa de orientación negativa; el resorte tiene una estructura de capas en la que la unidad de orientación positiva y la unidad de orientación negativa están dispuestas en capas alternas, una fibra se orienta en un ángulo de orientación de la dirección positiva contra la dirección longitudinal en la capa de orientación en la dirección positiva, y una fibra está 30 orientada en un ángulo de orientación de la dirección negativa contra la dirección longitudinal en la capa de orientación de dirección negativa.

En el resorte FRP de la presente invención, si se aplica por ejemplo una gran carga de flexión, se puede dar el caso de que se produzca una rotura por fragilidad en cada capa de orientación positiva y negativa de la estructura por capas. Aquí, en la estructura por capas, la unidad de orientación positiva con al
5 menos una capa de orientación positiva y la unidad de orientación negativa con al menos una capa de orientación negativa están dispuestas por capas alternas. En este caso como la dirección de orientación de la capa de orientación positiva de la unidad de orientación positiva es la dirección positiva contra la dirección longitudinal y la dirección de orientación de la capa de orientación negativa de la
10 unidad de orientación negativa es la dirección negativa contra la dirección longitudinal, la dirección de orientación de la fibra en la unidad de orientación positiva y la dirección de orientación de la fibra en la unidad de orientación negativa se intersectan mutuamente.

15 Por eso, configurando apropiadamente el valor absoluto del ángulo de orientación de la capa de orientación positiva y de la capa de orientación negativa, la fibra de la unidad de orientación positiva y la fibra de la unidad de orientación negativa pueden enredarse durante la ruptura. De esta manera en el caso en el que una carga flexible es aplicada sobre el resorte de placa FRP de un ejemplo de la
20 presente invención, si por ejemplo, se rompe el resorte completo, éste es pseudo-dúctil, no quebradizo, como muestra la figura 6. Por eso, el resorte completo puede romper de forma incremental. Además, configurando apropiadamente el valor absoluto de la capa de orientación positiva y de la capa de orientación negativa, se puede obtener el módulo elástico y la fuerza disponible para usar
25 como resorte y, al mismo tiempo, se puede evitar la ruptura de una resina entre las fibras en cada capa. Como resultado, sin utilizar elementos adicionales, se evita que piezas rotas se dispersen al romperse. Además, dado que se puede reducir la variación de la carga durante la ruptura, se puede mantener la comodidad del vehículo.

30

En el resorte FRP de la presente invención se pueden utilizar varias estructuras. Según la invención, en un aspecto, un valor absoluto del ángulo de orientación de la capa de orientación positiva y de la capa de orientación negativa puede

configurarse entre los 20 y los 30 grados. Según esto, como el valor absoluto del ángulo de orientación no es menor de 20 grados, las fibras de la unidad de orientación en dirección positiva y las fibras de la unidad de orientación negativa pueden enredarse suficientemente durante la ruptura. Por otro lado, como el valor absoluto del ángulo de orientación no es mayor de 30 grados, se puede obtener el módulo elástico y la fuerza disponible para uso como resorte y al mismo tiempo se puede evitar la ruptura de una resina entre fibras en cada capa.

Además, según otro ejemplo también se puede utilizar una unidad de orientación positiva con una capa de orientación, teniendo la unidad de orientación negativa una capa de orientación negativa y la capa de orientación positiva y la capa de orientación negativa estando dispuestas de forma alternada. En este ejemplo, dado que toda la capa de orientación positiva es adyacente a la capa de orientación negativa, todas las capas de la estructura en capas pueden enredarse suficientemente.

Con el resorte FRP de la presente invención se pueden alcanzar los siguientes efectos. Es decir, no solo se puede obtener el módulo elástico y la fuerza disponible para uso como resorte, sino que también se puede evitar, sin utilizar elementos adicionales, que piezas rotas se dispersen durante la ruptura del resorte y, además, se puede reducir la variación de la carga durante la ruptura.

Breve descripción de los dibujos

Figura 1 muestra el resorte de plástico reforzado con fibra según un ejemplo de realización de la presente invención.

Figura 1A es una vista óptica y la figura 1B es una vista lateral

Figura 2 muestra una estructura de una parte del resorte de plástico reforzado con fibra según un ejemplo de realización de la presente invención. La figura 2A es una vista lateral transversal, la figura 2B es una vista transversal de la capa de orientación en dirección positiva, y la figura 2C es una vista transversal de la capa de orientación en dirección negativa.

- Figura 3 es un gráfico que muestra el resultado experimental de una prueba de flexión de tres puntos.
- Figura 4 es un gráfico que muestra la relación del ángulo de orientación y el valor de carga de rotura obtenidos en el experimento de la prueba de flexión de tres puntos
- 5 Figura 5 es un gráfico que muestra la relación del ángulo de orientación y el valor de carga de rotura obtenido durante la simulación de la prueba de flexión de tres puntos
- Figura 6 es una fotografía que muestra la condición de rotura de un resorte de placa FRP, que es un ejemplo de la presente invención cuando se ha aplicado una carga a dicho resorte
- 10 Figura 7 es una fotografía que muestra la condición de rotura de un resorte de placa FRP convencional cuando se ha aplicado una carga al mismo
- 15 Figura 8 es un diagrama que explica la distribución de tensiones en el resorte de plástico reforzado con fibra bajo una carga de tensión pulsátil

Explicación de las referencias numéricas

- 20 1... resorte FRP (resorte de plástico reforzado con fibras), 20... estructura por capas, 20A... unidad básica, 21... capa de orientación en dirección positiva, 22... capa de orientación en dirección negativa, θ_1 , θ_2 ... ángulo de orientación, S1, S2... dirección de orientación.

25 La mejor forma de realización de la invención

- A continuación se describen ejemplos de realización de la presente invención con ayuda de los dibujos. La figura 1 muestra una estructura del resorte de plástico reforzado con fibras (a continuación referido como resorte FRP) según un ejemplo de realización de la presente invención; la figura 1A es una vista oblicua y la figura 1B es una vista lateral. La figura 2 muestra una estructura de una parte del resorte FRP 1; la figura 2A es una vista transversal lateral; la figura 2B una vista
- 30

transversal de la capa de orientación en dirección positiva y la figura 2C una vista transversal de la capa de orientación en dirección negativa.

El resorte FRP 1 es un resorte plano con una ballesta 11 y unos ojos 12, por ejemplo. El resorte FRP 1 tiene una estructura laminada 20 en la cual se alternan una capa de orientación en dirección positiva 21 y una capa de orientación en dirección negativa 22, por ejemplo. La capa de orientación en dirección positiva 21 y la capa de orientación en dirección negativa 22 son capas fibrosas unidireccionales (UD) en las que las fibras están orientadas dentro de una superficie paralelas a la superficie laminada. La referencia S1 mostrada en la figura 2B se refiere a una dirección de orientación de las fibras de la capa de orientación en dirección positiva 21 y es deseable que el ángulo de orientación θ_1 se configure en un margen de entre 20 y 30 grados contra la dirección longitudinal L. La referencia S2 mostrada en la figura 2C se refiere a una dirección de orientación de las fibras de la capa de orientación en dirección negativa 22 y es deseable que el ángulo de orientación θ_2 esté configurado en un margen de entre 20 y 30 grados contra la dirección longitudinal L. Debe tenerse en cuenta que los valores absolutos de los ángulos de orientación θ_1 y θ_2 pueden ser iguales o diferentes siempre que sean mayores a 0 grados. En el caso en el que se dispongan varias capas de orientación en dirección positiva 21, los ángulos de orientación θ_1 de cada capa de orientación en dirección positiva 21 pueden ser iguales o diferentes. El ángulo de orientación θ_2 de la capa de orientación en dirección negativa 22 se puede seleccionar de forma parecida.

Si una parte que consiste en la capa de orientación de dirección positiva 21 y la capa de orientación en dirección negativa 22 se define como una unidad básica 20A, se disponen dos unidades básicas 20A en la estructura laminada de la figura 2. Sin embargo, la presente invención no está limitada a esta estructura y tiene al menos una unidad básica 20A. Además, en el ejemplo de realización mostrado en la figura 2 una capa de orientación en dirección positiva 21 está dispuesta en la unidad de orientación en dirección positiva de la presente invención y una capa de orientación en dirección negativa 22 está dispuesta en la unidad de orientación en dirección negativa; sin embargo, la presente invención no está limitada a esto. Por

ejemplo se pueden disponer de forma alternada una unidad de orientación en dirección positiva consistente en múltiples capas de orientación en dirección positiva 21 con ángulos de orientación θ_1 mutuamente diferentes y una unidad de orientación en dirección negativa consistente en múltiples capas de orientación en dirección negativa 22 con ángulos de orientación θ_2 mutuamente diferentes.

Además, en el ejemplo de realización de la figura 2 el resorte FRP 1 está formado únicamente por la estructura laminada 20 que consiste en la unidad básica 20A; pero la estructura laminada 20 puede ocupar una parte de una dirección de espesor del resorte FRP 1. Por ejemplo se pueden disponer en una superficie superior o inferior de la estructura laminada 20, una capa de fibras UD en la que las fibras estén orientadas hacia una dirección concreta, una capa de fibras cruzada en la que las fibras se crucen en un cierto ángulo, o similares. Las mencionadas variaciones se pueden utilizar de forma combinada según las propiedades requeridas.

Se puede utilizar para cada capa 21 y 22 de la estructura laminada un preimpregnado en el que se sumergen en una resina fibras orientadas en un cierto ángulo. Como resina se pueden utilizar la de tipo termoendurecible o termoplástica. Además cada capa de la estructura laminada 20 puede formarse mediante un método de enrollado de filamentos. En este caso, controlando la dirección de enrollado de las fibras contra un molde para la formación (mandril), se puede obtener una fibra UD que se oriente en un ángulo determinado. La fibra que forma cada capa 21 y 22 de la estructura laminada puede ser, por ejemplo, fibra reforzada como fibra de carbón, fibra de vidrio, fibra de aramida (fibra Kevlar), fibra de boro. Como fibra de carbón se puede utilizar, por ejemplo fibra basada en PAN o fibra basada en brea.

En este ejemplo de realización, por ejemplo, si se aplica una gran carga de flexión pulsante puede producirse una rotura por fragilidad en cada una de las capas de orientación en dirección positiva 21 y de las capas de orientación en dirección negativa 22 de la estructura laminada 20. Aquí, en la estructura laminada 20, como la dirección de orientación de la capa de orientación en dirección positiva 21

es de dirección positiva contra la dirección longitudinal L y la dirección de orientación de la capa de orientación en dirección negativa 22 es de dirección negativa contra la dirección longitudinal L, la dirección de orientación S1 de la capa de orientación en dirección positiva 21 y la dirección de orientación S2 de la
5 capa de orientación en dirección negativa 22 mutuamente adyacentes se intersectan.

Por eso, si se configuran de forma apropiada los valores absolutos del ángulo de orientación θ_1 de la capa de orientación en dirección positiva 21 y del ángulo de
10 orientación θ_2 de la capa de orientación en dirección negativa 22 de la unidad de base 20A, las fibras de la capa de orientación en dirección positiva 21 y las fibras de la capa de orientación en dirección negativa 22 pueden enredarse al romperse. De esta manera en el caso en el que una carga de flexión pulsante se aplique sobre el resorte de placa FRP 1, cuando el resorte se rompe por completo, lo
15 hace en condición de pseudo-dúctil, no quebradizo. Por eso, el resorte completo puede romper de forma incremental. Además, configurando apropiadamente el valor absoluto de los ángulos de orientación θ_1 y θ_2 se puede obtener el módulo elástico y la fuerza disponible para usar como resorte y, al mismo tiempo, se puede evitar la ruptura de una resina entre las fibras en cada capa 21 y 22. Como
20 resultado, sin utilizar elementos adicionales, se puede evitar que piezas rotas se dispersen al romperse. Además, dado que se puede reducir la variación de la carga durante la ruptura, se puede mantener la comodidad del vehículo. Como estos efectos se pueden obtener con un único resorte, la presente invención se puede realizar con un resorte de placa 1 del tipo FRP.

25 En particular, como los valores absolutos de los ángulos de orientación θ_1 y θ_2 no son menores de 20 grados, las fibras de la capa de orientación en dirección positiva 21 y las de la capa de orientación en dirección negativa 22 pueden enredarse suficientemente durante la ruptura. Por otro lado, como los valores
30 absolutos de los ángulos de orientación θ_1 y θ_2 aumentan, la dureza de cada capa 21 y 22 disminuye. Sin embargo, como el valor absoluto de los ángulos de orientación θ_1 y θ_2 no es mayor de 30 grados, se puede obtener el módulo elástico y la fuerza disponible para uso como resorte y al mismo se puede evitar

de forma efectiva la ruptura de una resina entre fibras en cada capa. Además, como las capas 21 y 22 de orientación en dirección positiva y de orientación en dirección negativa están dispuestas de forma alternada, todas las capas 21 y 22 de la estructura laminada 20 pueden enredarse suficientemente al romper.

5

Ejemplos

A continuación se explican en detalle ejemplos de realización de la presente invención mediante ejemplos prácticos. En los ejemplos se han preparado
10 resortes de placa FRP con ángulos de orientación de la dirección de orientación positiva y de la dirección de orientación negativa mutuamente diferentes y se realizó sobre ellos la prueba de flexión de tres puntos.

Un resorte de placa FRP del ejemplo comparativo 11 se ha preparado
15 disponiendo múltiples capas de unidades básicas que consisten cada una en una capa de orientación en dirección positiva (ángulo de orientación 0 grados) y una capa de orientación en dirección negativa (ángulo de orientación 0 grados). El resorte de placa del ejemplo 11 (valor absoluto de ángulo de orientación 5 grados) se ha preparado disponiendo múltiples capas de unidades básicas consistentes
20 cada una en una capa de orientación en dirección positiva (ángulo de orientación 5 grados) y una capa de orientación en dirección negativa (ángulo de orientación -5 grados). El resorte de placa FRP del ejemplo 12 (valor absoluto de ángulo de orientación 13 grados) se ha preparado con múltiples capas de unidades básicas que consisten cada una de una capa de orientación en dirección positiva (ángulo
25 de orientación 13 grados) y una capa de orientación en dirección negativa (ángulo de orientación -13 grados). El resorte de placa FRP del ejemplo 13 (valor absoluto de ángulo de orientación 20 grados) consiste en múltiples capas de unidades básicas, cada una de ellas con una capa de orientación en dirección positiva (ángulo de orientación 20 grados) y una capa de orientación en dirección negativa
30 (ángulo de orientación -20 grados). El resorte de placa FRP del ejemplo 14 (valor absoluto de ángulo de orientación 30 grados) se ha preparado con múltiples capas de unidades básicas que consisten cada una en una capa de orientación

en dirección positiva (ángulo de orientación 30 grados) y una capa de orientación en dirección negativa (ángulo de orientación -30 grados).

En todos los ejemplos, el número de unidades básicas en capas fue el mismo, se
5 dispuso una fibra transversal que tenía un ángulo de intersección de 45 grados en las superficies superior e inferior de la estructura estratificada y se prepararon cinco resortes. La Tabla 1 muestra las condiciones de las muestras y los resultados de las pruebas de flexión de tres puntos. La Figura 3 representa un gráfico que muestra las relaciones de carga y desplazamiento, resultado de las
10 pruebas de flexión de tres puntos. La figura 4 presenta un gráfico que muestra las relaciones del ángulo de orientación y el valor de carga de rotura, obtenidas en los experimentos de las pruebas de flexión de tres puntos. La figura 5 es un gráfico que muestra las relaciones de ángulo de orientación y valor de carga de rotura obtenidas en la simulación de pruebas de flexión de tres puntos. Como los datos
15 mostrados en la tabla 1 y las figuras 3 y 4, se da el valor promedio entre los datos de cinco resortes de placa para cada ejemplo. Los resultados de las simulaciones mostradas en la figura 5 se obtuvieron ajustando los valores absolutos del ángulo de orientación de la capa de orientación en dirección positiva y de la capa de orientación en dirección negativa en 0, 13, 15, 30, 45, 60, 75 y 90 grados. En la
20 tabla 1 y en las figuras 3 a 5 se muestran los valores absolutos de ángulos de orientación.

Se ha confirmado que la carga disminuye a medida que aumenta el valor absoluto del ángulo de orientación, como es obvio en la figura 3, y la carga de rotura
25 disminuye a medida que aumenta el valor absoluto del ángulo de orientación, como muestran claramente las figuras 4 y 5. Además, se ha confirmado que el módulo elástico de flexión disminuyó a medida que aumentaba el valor absoluto del ángulo de orientación, como es obvio a partir de la tabla 1. Por ejemplo se ha confirmado que, para obtener el módulo elástico y la resistencia disponible para
30 uso como un resorte de placa, es deseable que el valor absoluto del ángulo de orientación no sea mayor de 30 grados. Debe tenerse en cuenta que la magnitud del valor de carga es diferente en el resultado experimental mostrado en la figura 4 y en el resultado de simulación de la figura 5; sin embargo, esto se debe a que

los tamaños de los resortes de placa utilizados en el experimento y la simulación son respectivamente diferentes. El resultado experimental mostrado en la figura 4 y el resultado de simulación mostrado en la figura 5 muestran ambos una tendencia similar con respecto a la variación de la carga antes mencionada; se
5 confirma que el estrés, que es una fuerza por unidad de área, es aproximadamente el mismo en ambos casos.

Con respecto a las condiciones de rotura de cinco resortes de placa en cada ejemplo en las pruebas de flexión de tres puntos, como se muestra en la tabla 1,
10 se confirmó que se puede formar un resorte de placa que exhiba pseudoductibilidad estableciendo el valor absoluto de ángulo de orientación a más de 0 grados, y probablemente la pseudoductibilidad aumente según aumente el valor del ángulo de orientación. En particular, en el caso en el cual el valor absoluto del ángulo de orientación se ha fijado en no menos de 20 grados, la
15 probabilidad de exhibir pseudoductibilidad no es menor de un 80%, lo cual significa una extremadamente alta probabilidad.

20

25

30

Tabla 1

Nombre de la muestra Valor absoluto del ángulo de orientación	Constante del resorte (N/mm)	Grosor de la placa (mm)	Desviación de ruptura (desplazamiento) (mm)	Carga de ruptura (N)	Tensión de Flexión de Ruptura (MP/a)	Módulo elástico de flexión (N/mm ²)	Condición de ruptura (número de resortes)		Ratio de pseudo- ductibilidad
							Fragilidad	Pseudoductibilidad	
Ejemplo comparativo 11 0 grados	93,79	2.083	9.117	801.8	1560	83370	5	0	0%
Ejemplo 11 5 grados	95,75	2.077	9.032	792.0	1544	83592	4	1	20%
Ejemplo 12 13 grados	85,50	2.083	9.223	721.7	1402	73955	3	2	40%
Ejemplo 13 20 grados	68,63	2.082	10.497	635.5	1254	57270	1	4	80%
Ejemplo 14 30 grados	40,73	2.085	14.737	403.7	843	25797	0	5	100%

Como se ha explicado hasta ahora, está claro que el módulo elástico y la resistencia disponible para uso como resorte se pueden obtener mediante la estructura laminada, en la cual la capa de orientación en dirección positiva y la capa de orientación en dirección negativa están adyacentes, y que el resorte en conjunto exhibe pseudo-ductibilidad. En particular, para obtener de manera eficiente los efectos mencionados utilizando un resorte de placa como un resorte de FRP, está claro que debe establecerse el valor absoluto del ángulo de orientación dentro de un rango de 20 a 30 grados. Además, está claro que es deseable disponer de forma alternada la capa de orientación en dirección positiva y la capa de orientación en dirección negativa.

Reivindicaciones

1. Un resorte en forma de placa (1) de materia plástica reforzada con fibra, que comprende
- 5 una unidad de orientación positiva con al menos una capa de orientación positiva (21) y una unidad de orientación negativa con al menos una capa de orientación negativa (22)
- 10 teniendo el resorte (1) una estructura laminada (20) en la cual se disponen de forma alternada la unidad de orientación positiva y la unidad de orientación negativa
- estando las fibras orientadas en la capa de orientación positiva (21) en un ángulo de orientación (θ_1) de dirección positiva en relación con la dirección longitudinal del resorte de placa, y
- 15 estando las fibras situadas en la capa de orientación negativa (22) orientadas según un ángulo de orientación (θ_2) de dirección negativa con respecto a la dirección longitudinal del resorte de placa,
- caracterizado porque** un valor absoluto del ángulo de orientación (θ_1) de la capa de orientación positiva (21) y del ángulo de orientación (θ_2) de la capa de orientación negativa (22) se configuran de forma que estén respectivamente comprendidos entre 20 y 30 grados.
- 25 **2.** El resorte de placa de plástico (1) reforzado con fibra según la reivindicación 1, en el cual la unidad de orientación positiva dispone de una capa de orientación positiva, la unidad de orientación negativa dispone de una capa de orientación negativa y en el cual la capa de orientación positiva y la capa de orientación negativa están dispuestas de forma
- 30 alternada.

Fig. 1A

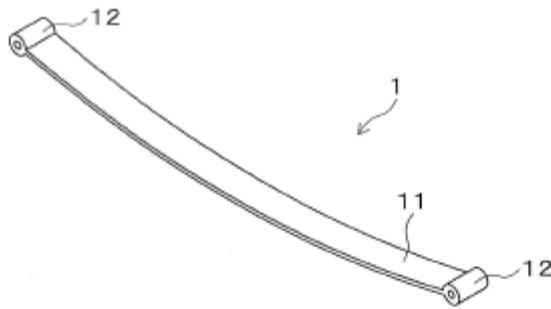


Fig. 1B



Fig. 2A

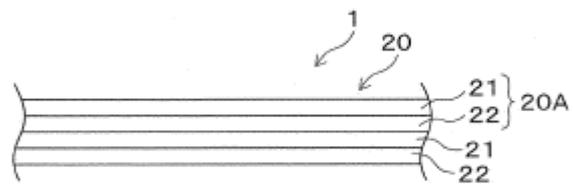


Fig. 2B

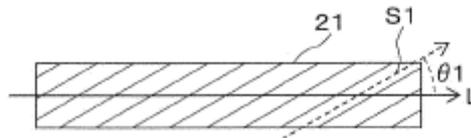


Fig. 2C

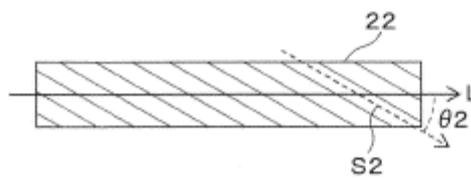


Fig. 3

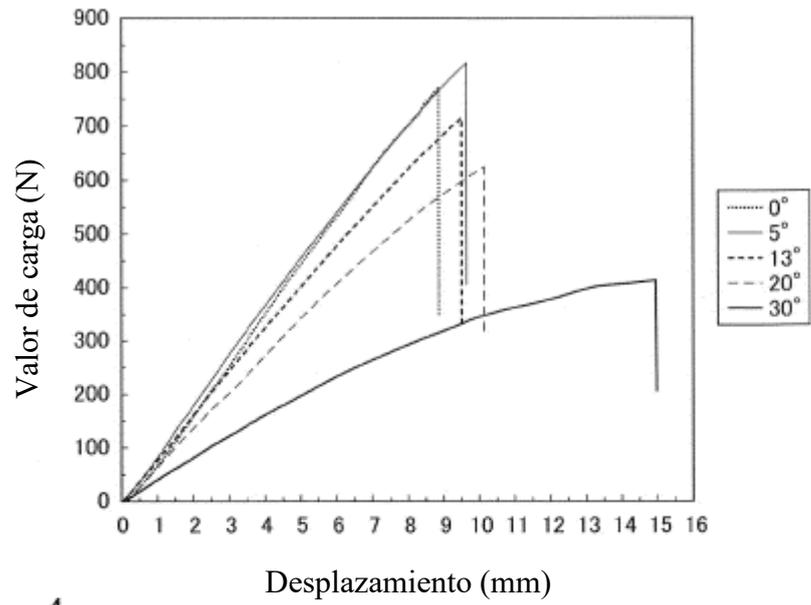


Fig. 4

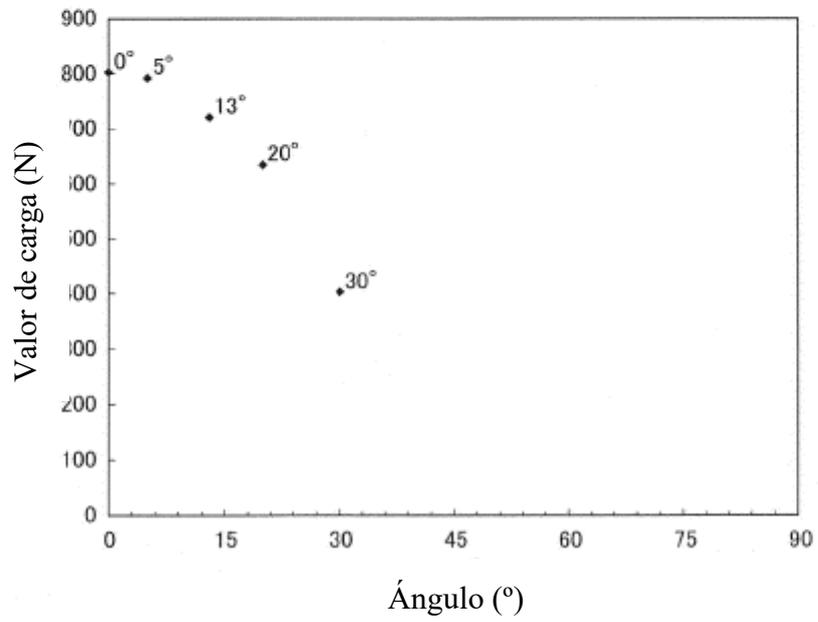


Fig. 5

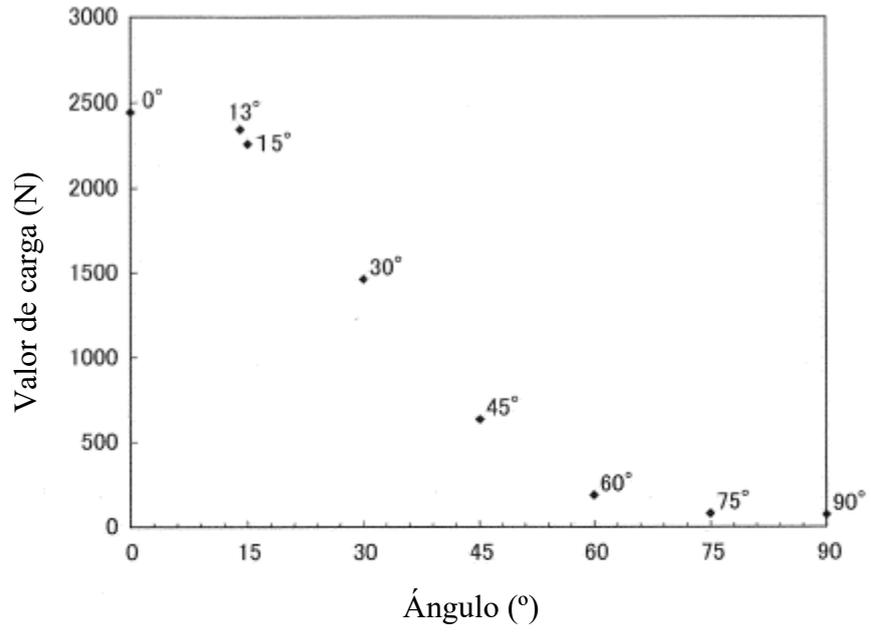


Fig. 6

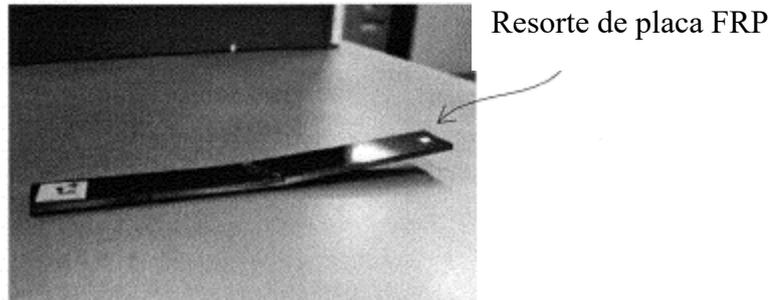


Fig. 7

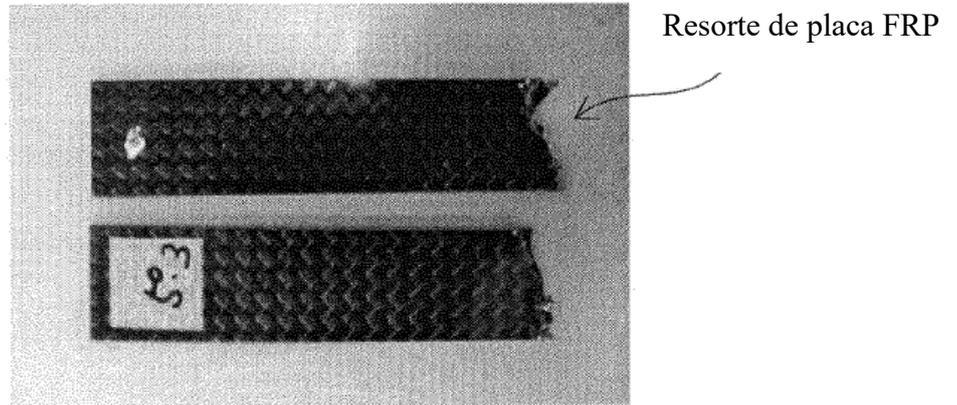


Fig. 8

