(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 681 884**

(51) Int. CI.:

B29L 31/00 (2006.01)
B29C 70/08 (2006.01)
B29K 307/04 (2006.01)
B29K 309/08 (2006.01)
B60G 11/14 (2006.01)
B29K 277/00 (2006.01)
F16F 1/366 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.08.2012 PCT/US2012/051318**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2014 WO14014481**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2012 E 12753316 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2875254**

(54) Título: **Resorte helicoidal de composite**

(30) Prioridad:

18.07.2012 US 201213551977

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.09.2018

(73) Titular/es:

MITSUBISHI STEEL MFG. CO., LTD. (100.0%)
2-22, Harumi 3-chome, Chuo-ku
Tokyo 104-8550, JP

(72) Inventor/es:

YOSHIOKA, JUN

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

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 helicoidal de composite

Solicitud relacionada

La presente solicitud reclama prioridad al documento U.S. número de serie 13 / 551.977, que fue presentado el 18 de julio de 2012.

Antecedentes

La presente divulgación se refiere a resortes helicoidales de composite que pueden ser usados en sistemas de suspensión de vehículos.

Los resortes helicoidales son conocidos y se utilizan en una variedad de aplicaciones diferentes, tales como los sistemas de suspensión de vehículos. Un resorte helicoidal típico está fabricado de un material de acero con el fin de proporcionar las propiedades mecánicas y la durabilidad deseadas, que son requeridas para tales aplicaciones. Como alternativa, se desean resortes helicoidales de composite como reemplazo de los resortes helicoidales de acero debido al ahorro de peso. El documento GB2056615 describe un resorte helicoidal formado por un miembro tubular de resina unidireccional continua reforzada con fibras en el que sustancialmente todas las fibras unidireccionales continuas están orientadas sustancialmente con el mismo ángulo de orientación predeterminado con respecto a la línea central del miembro tubular cuando están enrolladas o arrolladas helicoidalmente. Sin embargo, aunque los resortes helicoidales de composite pueden ser conocidos y utilizados en algunas aplicaciones, a menudo es difícil diseñar tales resortes helicoidales de composite con las propiedades mecánicas deseadas para una aplicación dada, y posteriormente fabricar el resorte helicoidal de composite económicamente.

Sumario

La invención está definida por el dispositivo de la reivindicación 1 con las reivindicaciones 2 a 14 y el procedimiento de la reivindicación 15. Un resorte helicoidal de composite incluye un cuerpo helicoidal que se extiende a lo largo de un eje helicoidal. El cuerpo helicoidal incluye un núcleo y una pluralidad de capas de fibras impregnadas con un material polimérico. La pluralidad de capas de fibras están dispuestas alrededor del núcleo a diferentes distancias radiales desde el eje helicoidal. Cada una de la pluralidad de capas de fibras se extiende alrededor del eje helicoidal con un ángulo de fibra oblicuo con respecto al eje helicoidal. Cada una de la pluralidad de capas de fibras incluye un número de fibras que es un producto de un número de base común de fibras multiplicado por un número entero positivo distinto de cero de un conjunto de números enteros positivos distintos de cero. El número entero positivo distinto de cero de al menos una de la pluralidad de capas de fibras es diferente del número entero positivo distinto de cero de al menos otra de la pluralidad de capas de fibras.

En otro aspecto, un resorte helicoidal de composite incluye un cuerpo helicoidal que se extiende a lo largo de un eje helicoidal. El cuerpo helicoidal incluye un núcleo fibroso y una pluralidad de capas de fibras impregnadas con un material polimérico. La pluralidad de capas de fibras están dispuestas alrededor del núcleo fibroso a diferentes distancias radiales del eje helicoidal. Cada una de la pluralidad de capas de fibras se extiende alrededor del eje helicoidal en un ángulo oblicuo con respecto al eje helicoidal. Cada una de la pluralidad de capas de fibras y el núcleo fibroso incluye un número de fibras que es un producto de un número de base común de fibras multiplicado por un número entero positivo distinto de cero de un conjunto de enteros positivos distintos de cero. El número entero positivo distinto de cero de al menos una de la pluralidad de capas de fibras es diferente del número entero positivo distinto de cero del núcleo fibroso.

En un aspecto adicional, un procedimiento de fabricación del resorte helicoidal de composite incluye formar el cuerpo helicoidal como se ha establecido más arriba.

Breve descripción de los dibujos

Las diversas características y ventajas de la presente divulgación serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la descripción detallada que sigue. Los dibujos que acompañan a la descripción detallada se pueden describir brevemente de la siguiente manera.

La figura 1 muestra un resorte helicoidal de composite.

La figura 2 muestra una sección transversal del resorte helicoidal tomada perpendicularmente a un eje helicoidal del resorte helicoidal de la figura 1.

La figura 3 muestra una porción de una capa de fibras del resorte helicoidal de composite de la figura 1.

La figura 4 muestra orientaciones alternativas de las fibras de las capas de fibras del resorte helicoidal de composite de la figura 1.

La figura 5 muestra un núcleo fibroso ejemplar para un resorte helicoidal de composite.

La figura 6 muestra un núcleo sólido ejemplar para un resorte helicoidal de composite.

La figura 7 muestra un núcleo de tubo hueco ejemplar para un resorte helicoidal de composite.

La figura 8 muestra un núcleo de tubo lleno ejemplar para un resorte helicoidal de composite.

Descripción detallada

La figura 1 muestra un resorte helicoidal de composite ejemplar 20 que puede ser usado, por ejemplo, en un sistema de suspensión de un vehículo. Se debe entender, sin embargo, que el resorte helicoidal de composite 20 no está limitado a tales usos. El resorte helicoidal de composite 20 puede ser helicoidal o alternativamente puede tener una forma de bobina diferente. En esta divulgación, "helicoidal" o variaciones de lo mismo significa un cuerpo que se curva continuamente alrededor de un eje lineal fijo, tal como el eje A de la figura 1. Como se apreciará, el resorte helicoidal de composite 20 es resistente y ligero y proporciona un peso reducción para el reemplazo de resortes helicoidales metálicos en vehículos u otras aplicaciones, lo que puede mejorar el rendimiento del combustible.

El resorte helicoidal de composite 20 incluye un cuerpo helicoidal 22 que se extiende a lo largo de un eje helicoidal 24 entre los extremos terminales 26 / 28. Haciendo referencia también a una sección transversal del cuerpo helicoidal 22 que se muestra en la figura 2 y una porción del resorte helicoidal de composite 20 que se muestra en la figura 3, el cuerpo helicoidal 22 incluye un material polimérico 30 y una pluralidad de capas de fibras 32 impregnadas con el material polimérico 30. Por ejemplo, el material polimérico 30 puede ser epoxi o poliéster. Alternativamente, el material polimérico puede ser una composición de polímero orgánico diferente al epoxi o poliéster. Una "capa" tiene un grosor radial uniforme alrededor de toda la circunferencia de la capa.

Cada una de las capas de fibras 32 incluye una pluralidad de fibras 34 que están dispuestas con un ángulo de fibra oblicuo α (alfa) con respecto al eje helicoidal 24. Por ejemplo, las fibras 34 son o incluyen fibras metálicas, fibras cerámicas, fibras orgánicas o combinaciones de las mismas. En ejemplos adicionales, las fibras 34 son fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de aramida o combinaciones de las mismas. Para los fines de la descripción, las fibras 34 de las capas de fibras 32 no se muestran en la figura 2.

Las fibras 34 de cada una de las capas de fibras 32 se extienden alrededor del eje helicoidal 24 con el ángulo de fibras oblicuo α seleccionado. En un ejemplo, el ángulo de fibras oblicuo α es + / - 20º - 54º para proporcionar al cuerpo helicoidal 22 un alto grado de resistencia. Las capas de fibras 32 pueden alternar en la orientación de las fibras de manera que el ángulo de fibras oblicuo α de cualquiera de las capas de fibras 32 sea también oblicuo a una o dos capas de fibras 32 directamente adyacentes (figura 4) en cada posición a lo largo del eje helicoidal 24.

Las capas de fibras 32 están dispuestas a distancias radiales diferentes, como se muestra en 36, desde el eje helicoidal 24. En la presente memoria descriptiva, las distancias radiales 36 son las distancias entre el eje helicoidal 24 y la superficie radialmente interna de las capas de fibras 32.

Como se muestra en la figura 2, la pluralidad de capas de fibras 32 incluye capas de fibras 32a - f. La capa de fibras 32a es una capa más interna con respecto a la distancia radial desde el eje helicoidal 24 y la capa de fibras 32f es una capa más externa con respecto a la distancia radial desde el eje helicoidal 24. Como se usa en la presente memoria descriptiva, los términos "más interno" y "más externo" significan que no hay otras capas de fibras localizadas radialmente hacia dentro o hacia fuera de, respectivamente, la capa de fibras más interna 32a y la capa de fibras más externa 32f.

En este ejemplo, las capas de fibras 32 están enrolladas alrededor de un núcleo 38. El núcleo 38 puede ser un núcleo fibroso 138 impregnado con el polímero 30 (figura 5). Las fibras 34 del núcleo fibroso 138 se pueden extender sustancialmente paralelas al eje helicoidal 24, dentro de + / - 20º. En otra alternativa, el núcleo 38 puede ser un núcleo sólido no fibroso 238 (figura 6) que es polimérico o metálico. En otras alternativas, el núcleo 38 puede ser un tubo hueco 338 (figura 7) o un tubo 438 (figura 8) que tiene una cavidad interior 450 que incluye un material de relleno 452. El material de relleno 452 puede ser diferente en composición del material 448 del tubo, tal como dos composiciones poliméricas diferentes, composiciones metálicas o combinaciones. El material y el diámetro del núcleo 38 se pueden seleccionar de manera que el núcleo 38 sea flexible para permitir la formación de la forma helicoidal deseada. En cualquiera de los ejemplos anteriores, el núcleo 38 puede ser o puede incluir un material con memoria de forma que cambia de forma en respuesta a cambios de temperatura con respecto a un umbral de temperatura, para ayudar a la formación de la forma helicoidal.

Cada una de las capas de fibras 32 y, opcionalmente, el núcleo fibroso 138 incluye un número de fibras 34 que es un producto de un número de base común de fibras multiplicado por un número entero positivo distinto de cero seleccionado de un conjunto de número enteros positivos distintos de cero. El número de base común es un número predeterminado que es igual para cada una de las capas de fibras 32 y el núcleo fibroso 138. El número entero positivo distinto de cero de al menos una de las capas de fibras 32 es diferente del número entero positivo distinto de

cero del núcleo fibroso 38 y también puede ser diferente de al menos otra de las capas de fibras 32. Usar el número de fibras 34 que es un producto del número de base común de fibras multiplicado por un número entero positivo distinto de cero seleccionado del conjunto de positivos facilita la fabricación y también proporcionan un perfil de resistencia deseable.

En un ejemplo adicional, el núcleo fibroso 138 y la capa de fibras más externa 32f (segundas capas de fibras múltiples) tienen iguales números enteros positivos distintos de cero. Las capas de fibras 32a - e son capas intermedias (primeras capas de fibras múltiples) que están dispuestas radialmente entre el núcleo fibroso 138 y la capa de fibras más externa 32f. En este ejemplo, las capas de fibras intermedias 32a - e tienen número enteros positivos diferentes de cero y estos número enteros no son iguales a los número enteros del núcleo fibroso 138 y la capa de fibras más externa 32f. Es decir, al menos dos de las capas de fibras 32 tienen números enteros positivos distintos de cero diferentes y al menos una de las capas de fibras 32 tiene un número entero positivo distinto de cero del núcleo fibroso diferente 138. En este ejemplo, el número entero positivo distinto de cero de las capas de fibras intermedias 32a - e es menor que el número entero positivo distinto de cero del núcleo fibroso 138 y de la capa de fibras más externa 32f, que puede ser igual.

En un ejemplo adicional, cada una de las capas de fibras intermedias 32a - e tiene un número de fibras N1 y el núcleo fibroso y la capa de fibras más externa 32f tienen cada una un número de fibras N2 que es diferente del número de fibras N1 por un factor multiplicador. En otro ejemplo, el factor multiplicador positivo es 2 - 20.

Como un ejemplo adicional, el número de fibras 34 en una cualquiera de las capas de fibras 32 y el núcleo fibroso 138 corresponde al número de fibras 34 en una o más mechas de fibras que se usan para fabricar las capas de fibras 32 y el núcleo fibroso 138 del cuerpo helicoidal 22. Por ejemplo, una única mecha de fibras puede tener 2.000 fibras individuales y haber 11 mechas que establecen el número de base común de fibras, que en este ejemplo serían 22.000 fibras. Por lo tanto, el número real de fibras 34 en una cualquiera de las capas de fibras 32 y el núcleo fibroso 138 sería de 22,000 fibras multiplicado por el número entero positivo seleccionado distinto de cero para esa capa de fibras individual 32. Por ejemplo, el conjunto de números enteros positivos distintos de cero es de entre 1 y 20. Sin embargo, se debe entender que se puede variar el número de fibras 34 por mecha y el número de mechas utilizadas para determinar el número de base común de fibras. En un ejemplo adicional, se pueden usar entre 4 y 60 mechas, con 2.000 o 4.000 fibras por mecha.

Se comprenderá además que el número de fibras 34 en una cualquiera de las capas de fibras 32 o en el núcleo fibroso 138 puede variar prácticamente de alguna manera debido a que un pequeño número de fibras 34 se pueden romper durante la fabricación y / o las mechas pueden variar con respecto un recuento nominal de fibras. Por lo tanto, en ejemplos en los que los números de fibras 34 en capas de fibras 32 son iguales, o los números de fibras 34 en cualquiera de las capas de fibras 32 y en el núcleo fibroso 138 son iguales, la equivalencia puede estar basada en los números nominales de fibras. De manera similar, cuando los números de fibras 34 en las capas de fibras 32 son diferentes, o los números de fibras 34 en cualquiera de las capas de fibras 32 y en el núcleo fibroso 138 son diferentes, la diferencia puede estar basada en los números nominales de fibras.

En el ejemplo anterior en el que hay 2.000 fibras por mecha y 11 mechas para establecer el número de base común de fibras, el número entero positivo distinto de cero de las capas intermedias 32a - e es 1, y los número enteros positivos distintos de cero de cada uno del núcleo fibroso 138 y de la capa de fibras más externa 32f es 3. Por lo tanto, los número enteros positivos distintos de cero de al menos dos de las capas de fibras 32 difieren por al menos por un factor 2, y el factor multiplicador de número entero positivo distinto de cero es 3.

Un procedimiento para fabricar el resorte helicoidal de composite 20 incluye formar el cuerpo helicoidal 22 como se ha descrito más arriba. Por ejemplo, para una capa de fibras determinada 32 o el núcleo fibroso opcional 138, un número apropiado de carretes o mechas de fibras correspondientes al número entero positivo distinto de cero para esa capa de fibras 32 o el núcleo fibroso 138 proporcionan las fibras 34 por medio de un dispositivo de guía y un depósito del material de resina de polímero para impregnar las fibras 34. Las fibras impregnadas se enrollan a continuación alrededor del núcleo 38 usando un equipo de enrollamiento. Este proceso se repite para cada una de las capas de fibras 32 hasta que se enrolle un número deseado de capas de fibras 32.

La estructura de fibras impregnadas con resina resultante se retira a continuación del equipo de enrollado. La estructura está dispuesta en una ranura helicoidal de un mandril. La ranura helicoidal corresponde a la forma final deseada del resorte helicoidal de composite 20. El mandril y la estructura se calientan a continuación en un horno para curar la resina y formar así la forma permanente del resorte helicoidal de composite 20. La temperatura y el tiempo de calentamiento dependen del tipo de material polimérico seleccionado y, por medio de la presente memoria descriptiva, un experto en la técnica podrá determinar una temperatura y un tiempo de calentamiento adecuados para satisfacer sus necesidades particulares. El mandril se retira a continuación por medios mecánicos o de otro tipo, dejando el resorte helicoidal de composite 20 terminado o casi terminado.

Aunque se muestra una combinación de características en los ejemplos ilustrados, no todas deben ser combinadas para obtener los beneficios de diversas realizaciones de esta divulgación. En otras palabras, un sistema diseñado de

acuerdo con una realización de esta divulgación no incluirá necesariamente todas las características que se muestras en una cualquiera de las figuras o todas las porciones que se muestran esquemáticamente en las figuras. Además, las características seleccionadas de una realización ejemplar se pueden combinar con características seleccionadas de otras realizaciones ejemplares.

La descripción precedente es de naturaleza ejemplar en lugar de limitativa. Las variaciones y modificaciones de los ejemplos divulgados pueden ser evidentes para los expertos en la técnica y no necesariamente se apartan de la esencia de la presente divulgación. El alcance de la protección legal dada a la presente divulgación solo se puede determinar estudiando las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un resorte helicoidal de composite que comprende:

un cuerpo helicoidal (20) que se extiende a lo largo de un eje helicoidal (24), incluyendo el cuerpo helicoidal un núcleo (38) y una pluralidad de capas de fibras (32) impregnadas con un material polimérico (30), estando dispuesta la pluralidad de capas de fibras (32) alrededor del núcleo (38) a diferentes distancias radiales (36) desde el eje helicoidal (24), extendiéndose cada una de la pluralidad de capas de fibras (32) alrededor del eje helicoidal en un ángulo de fibra oblicuo (α) con respecto al eje helicoidal (24), incluyendo cada una de la pluralidad de capas de fibras (32) un número de fibras (34) que es un producto de un número de base común de fibras (34) multiplicado por un número entero positivo distinto de cero de un conjunto de número enteros positivos distintos de cero, y el número entero positivo distinto de cero de al menos una de la pluralidad de capas de fibras (32) es diferente del número entero positivo distinto de cero de al menos otra de la pluralidad de capas de fibras (32), en el que el número de base común de fibras está determinado por un número de fibras en una mecha y un número de mechas utilizadas.

2. El resorte helicoidal de composite de la reivindicación 1 en el que:

el cuerpo helicoidal incluye un núcleo fibroso (138); estando dispuesta la pluralidad de capas de fibras (32) alrededor del núcleo fibroso (138) a diferentes distancias radiales (36) desde el eje helicoidal (24); y en el que cada una de la pluralidad de capas de fibras (32) se extiende alrededor del eje helicoidal (24) en un ángulo oblicuo (α) con respecto al eje helicoidal, incluyendo cada una de la pluralidad de capas de fibras (32) y el núcleo fibroso (138) un número de fibras (34) que es un producto de un número de base común de fibras (34) multiplicado por un número entero positivo distinto de cero de un conjunto de número enteros positivos distintos de cero, y el número entero positivo distinto de cero de al menos una de la pluralidad de capas de fibras (32) es diferente del número entero positivo distinto de cero del núcleo fibroso (138).

3. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 1, en el que el conjunto de número enteros positivos distintos de cero es 1 - 20.

4. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 1 ó 2, en el que el ángulo oblicuo (α) es + / - 20 - 54º.

5. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 1, en el que, con relación al eje helicoidal, una capa más interna (32a) de la pluralidad de capas de fibras (32) y una capa más externa (32f) de la pluralidad de capas de fibras (32) tienen números enteros positivos distintos de cero iguales.

6. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 1, en el que el núcleo (38) es un núcleo fibroso (138) y las capas intermedias de fibras de la pluralidad de capas (32) de fibras tienen número enteros positivos distintos de cero iguales, estando dispuestas las capas intermedias de fibras (32), con relación al eje helicoidal (24), entre el núcleo fibroso (138) y una capa de fibras más externa (32f) de la pluralidad de capas de fibras (32), o

en el que el núcleo (38) es un núcleo fibroso (138) e incluye un número de fibras (34) que es un producto del número de base común de fibras (34) multiplicado por el número entero positivo distinto de cero del conjunto de números positivo enteros distintos de cero, y el número entero positivo distinto de cero de al menos una de la pluralidad de capas de fibras (32) es diferente del número entero positivo distinto de cero del núcleo fibroso (138).

7. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 1, en el que los número enteros positivos distintos de cero de al menos dos de la pluralidad de capas de fibras (32) que son diferentes, difieren en al menos 1.

8. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 1 o 2, en el que el ángulo oblicuo (α) de las fibras de cada una de la pluralidad de capas de fibras (32) también es oblicuo con respecto al menos a una directamente adyacente de la pluralidad de capas de fibras (32).

9. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 1, en el que el material polimérico (30) incluye epoxi, o

en el que el material polimérico (30) incluye poliéster.

10. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de capas de fibras (32) se seleccionan del grupo que consiste en fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de aramida y combinaciones de las mismas, o

en el que la pluralidad de capas de fibras (32) se seleccionan del grupo que consiste en fibras metálicas, fibras cerámicas, fibras orgánicas y combinaciones de las mismas.

11. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 1, en el que el núcleo (38) es un núcleo sólido (238), opcionalmente

en el que el núcleo sólido (238) es polimérico, o

en el que el núcleo sólido (238) es metálico.

12. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 1, en el que el núcleo (38) incluye un material con memoria de forma, o

en el que el núcleo (338) es un tubo hueco, o

en el que el núcleo (438) es un tubo que define una cavidad interior (450), y la cavidad interior incluye un material de relleno (452) dentro de la misma.

13. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 2, en el que la pluralidad de capas de fibras (32) incluye al menos una primera capa de fibras (32a) y al menos una segunda capa de fibras (32b), teniendo la primera capa de fibras (32a) un número de fibras N1 y teniendo la segunda capa de fibras (32b) un número de fibras N2 que es diferente del número de fibras N1.

14. El resorte helicoidal de composite según la reivindicación 13, en el que el número de fibras N2 es diferente del número de fibras N1 por un factor multiplicador positivo de 2 - 20, o

en el que, con relación al eje helicoidal (24), la segunda capa de fibras es una capa más externa (32f) y la primera capa de fibras (32a) es una capa de fibras intermedia (32) dispuesta entre la capa más externa y el núcleo fibroso (138).

15. Un procedimiento de fabricación de un resorte helicoidal de composite, comprendiendo el procedimiento: formar un cuerpo helicoidal (20) a lo largo de un eje helicoidal (24) desde un núcleo (38) y una pluralidad de capas de fibras (32) impregnadas con un material polimérico (30), estando dispuesta la pluralidad de capas de fibras (32) alrededor del núcleo (38) a diferentes distancias radiales (36) desde el eje helicoidal, extendiéndose cada una de la pluralidad de capas de fibras (32) alrededor del eje helicoidal (24) en un ángulo de fibra oblicuo (α) con respecto al eje helicoidal (24), incluyendo cada una de la pluralidad de capas de fibras (32) un número de fibras (34) que es un producto de un número de base común de fibras (34) multiplicado por un número entero positivo distinto de cero de un conjunto de número enteros positivos distintos de cero, y siendo diferentes los número enteros positivos distintos de cero de al menos una de la pluralidad de capas de fibras (32) del número entero positivo distinto de cero de al menos otra de la pluralidad de capas de fibras (32), en el que el número de base común de las fibras está determinado por un número de fibras en una mecha y un número de mechas que se utilizan.

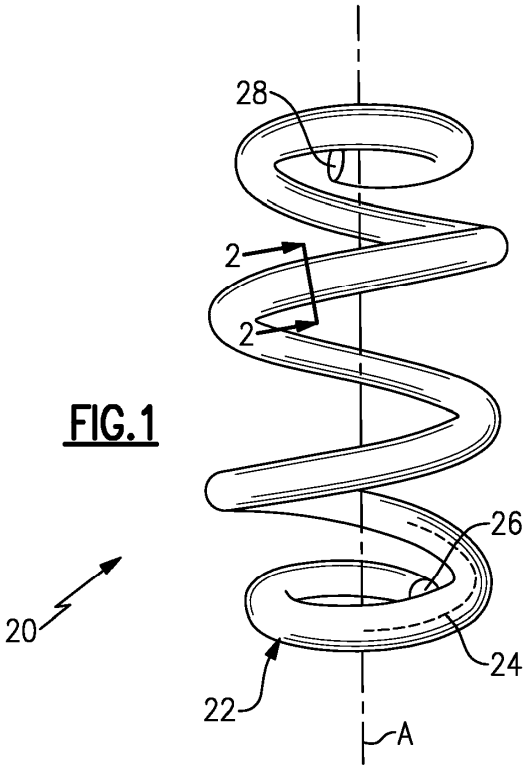

FIG.1

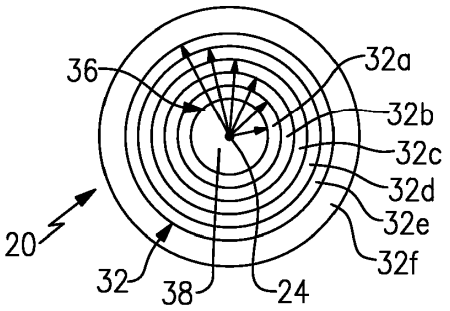

FIG.2

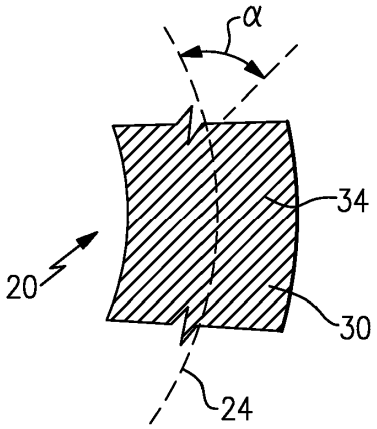

FIG.3

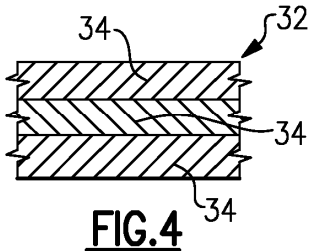

FIG.4

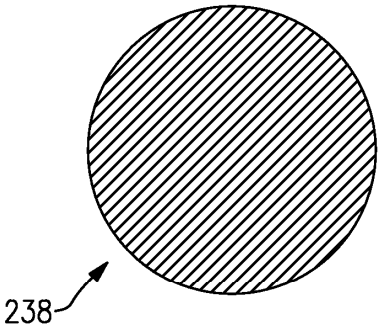

FIG.6

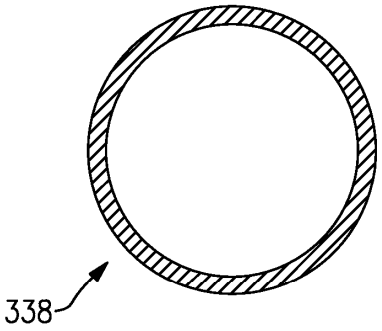

FIG.7

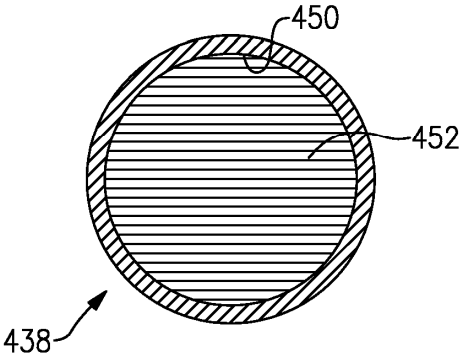

FIG.8

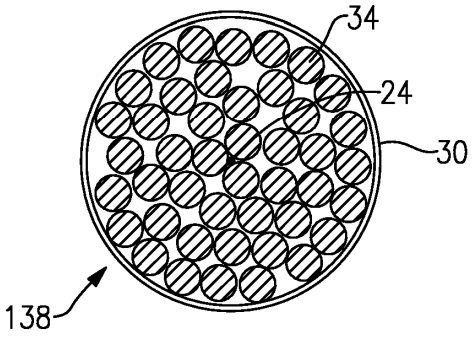

FIG.5