

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 353**

51 Int. Cl.:

A47C 27/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2016** **E 21158597 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024** **EP 3841921**

54 Título: **Muelles de bobina dentro de bobina con respuestas de carga no lineales y colchones que los incluyen**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.03.2025

73 Titular/es:

SEALY TECHNOLOGY, LLC (100.00%)
One Office Parkway
Trinity, NC 27370, US

72 Inventor/es:

DEMOSS, LARRY K.;
MANUSZAK, BRIAN M. y
THOMAS, DARIN T.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 3 009 353 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

Muelles de bobina dentro de bobina con respuestas de carga no lineales y colchones que los incluyen

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a muelles de bobina dentro de bobina y colchones que incluyen muelles de bobina dentro de bobina. En particular, la presente invención se refiere a muelles de bobina dentro de bobina que comprenden un alambre continuo y que presentan una respuesta de carga variable y no lineal al comprimirse.

10 **Antecedentes**

Generalmente, cuando se aplica una carga uniaxial a un muelle, el muelle exhibe una tasa de compresión lineal. Es decir, se necesita el doble de fuerza para comprimir un muelle típico de 5,08 cm (dos pulgadas) que para comprimir el mismo muelle de 2,54 cm (una pulgada). La respuesta lineal de los muelles se expresa mediante la ley de Hooke, que establece que la fuerza (F) necesaria para extender o comprimir un muelle una cierta distancia (D) es proporcional a esa distancia. Esta relación se expresa matemáticamente como $F=kD$, donde k representa la constante de muelle de un muelle concreto. Una constante de muelle alta indica que el muelle requiere más fuerza para comprimirse, y una constante de muelle baja significa que el muelle requiere menos fuerza para comprimirse.

Los muelles de respuesta lineal, como los muelles helicoidales de alambre, se utilizan habitualmente como muelles interiores de colchones en combinación con el acolchado y la tapicería que rodean los muelles interiores. La mayoría de los muelles interiores de los colchones se componen de una serie de muelles helicoidales de alambre que a menudo se unen enlazando las circunvoluciones de extremo de los muelles helicoidales con alambres cruzados. Una ventaja de esta disposición es que es barata de fabricar. Sin embargo, este tipo de muelle interior proporciona a menudo una superficie de colchón firme y rígida.

Una alternativa a un colchón de muelles interiores es un colchón construido con una o más capas de espuma. A diferencia de un colchón de muelles interiores compuesto por una serie de muelles de alambre, estas capas de espuma exhiben una respuesta no lineal a las fuerzas aplicadas al colchón. En particular, un colchón de espuma proporciona más soporte a medida que aumenta la carga. Por ejemplo, un colchón de espuma típico proporciona un mayor soporte después de que se haya comprimido aproximadamente un 60% de la compresión máxima de la espuma. Esta respuesta no lineal de los colchones de espuma suele considerarse como una mejora de la comodidad para el usuario. Sin embargo, las propiedades mecánicas de algunas espumas pueden degradarse con el tiempo, lo que, a su vez, afecta al confort general del colchón de espuma. Además, los colchones de espuma suelen ser más costosos de producir que los colchones de muelles metálicos.

El documento US 2010/257675 describe un muelle interior de colchón que tiene muelles de bobina dentro de bobina dispuestos en una matriz. Cada muelle de bobina dentro de bobina tiene una bobina helicoidal exterior y una bobina helicoidal interior, donde la bobina helicoidal interior tiene una altura y un diámetro mayores que la bobina helicoidal exterior, teniendo cada bobina una tasa de muelle dual entre la de la bobina helicoidal exterior y las tasas de muelle combinadas de las bobinas helicoidales exterior e interior. Los muelles de bobina dentro de bobina pueden estar embolsados o no embolsados en un muelle interior de colchón.

El documento US 5 878 998 A describe un muelle cónico formado por un alambre de acero, que se enrolla en una serie de anillos en direcciones opuestas. El alambre se enrolla primero desde su base en una dirección y de acuerdo con un ángulo de giro predeterminado y, luego, se enrolla en dirección inversa de acuerdo con un ángulo de giro predeterminado.

El documento US 2011/148018 A1 describe un colchón que comprende muelles helicoidales asimétricos con tasas de muelle que proporcionan comodidad a usuarios con diferentes pesos. La porción inferior del muelle es cilíndrica y la porción superior es cónica o troncocónica. Esta disposición hace que el muelle se comprima con una primera tasa de muelle sustancialmente constante para una parte sustancial de la compresión y con una segunda tasa de elasticidad sustancialmente constante para la parte restante de la compresión.

El documento CN 101 140 019 A describe una estructura de rigidez variable de múltiples etapas para un muelle helicoidal de compresión, que está formada por los tres muelles helicoidales de compresión de igual rigidez con el diámetro decreciente; donde los tres muelles helicoidales de igual rigidez están ensamblados concéntricamente en dirección axial, teniendo los tres muelles helicoidales de igual rigidez alturas diferentes, respectivamente, y los extremos inferiores de los tres muelles helicoidales de compresión de igual rigidez están conectados con firmeza con la misma base. La secuencia de la presión que actúa sobre los tres muelles helicoidales de compresión de igual rigidez es diferente y, por lo tanto, se puede obtener la curva característica de la rigidez variable.

60 **RESUMEN**

La presente invención incluye muelles de bobina dentro de bobina como se define en la reivindicación independiente. Las reivindicaciones dependientes contienen realizaciones ventajosas de la presente invención.

En particular, la presente invención incluye muelles de bobina dentro de bobina que comprenden un alambre continuo y que presentan una respuesta de carga variable y no lineal al comprimirse. Por tanto, los muelles de

bobina dentro de bobina de la presente invención proporcionan a un usuario el apoyo no lineal que se observa típicamente en colchones de espuma, pero mediante el uso de muelles de bobina dentro de bobina.

Formando el alambre continuo de un muelle de bobina dentro de bobina ejemplar de la presente invención de manera que las constantes de muelle individuales de una primera porción de muelle, una segunda porción de muelle y la tercera porción de muelle se combinen de manera variable a medida que el muelle de bobina dentro de bobina se comprima, una primera constante de muelle global del muelle de bobina dentro de bobina proporciona una sensación suave cuando el muelle se comprime inicialmente, una segunda constante de muelle global del muelle de bobina dentro de bobina proporciona una sensación intermedia cuando la compresión del muelle de bobina dentro de bobina aumenta, y una tercera constante de muelle global del muelle de bobina dentro de bobina proporciona una sensación más firme cuando la compresión del muelle de bobina dentro de bobina aumenta aún más.

En el funcionamiento, la bobina exterior y la bobina interior de los muelles de bobina dentro de bobina funcionan sustancialmente como dos muelles helicoidales en paralelo. Sin embargo, debido a que la altura sin comprimir de una bobina exterior es mayor que la altura sin comprimir de una bobina interior, cuando se aplica por primera vez una fuerza al muelle de bobina dentro de bobina, sólo la bobina exterior comienza a comprimirse. Una vez que el muelle de bobina dentro de bobina se comprime hasta el punto en el que la altura comprimida de la espiral exterior es igual a la altura no comprimida de la espiral interior, la espiral interior se engancha y el muelle de bobina dentro de bobina se comprime según la constante de muelle combinada de la espiral exterior y la espiral interior.

Además, debido a que la tercera constante de muelle de la tercera porción de muelle es menor que la primera constante de muelle de la primera porción de muelle y también menor que la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle, a cierta distancia de compresión predeterminada la tercera porción de muelle se comprime completamente y se desactiva mientras que la primera porción de muelle y la segunda porción de muelle continúan comprimiéndose. En otras palabras, cada muelle de bobina dentro de bobina se comprime inicialmente según una primera constante de muelle global que se basa en la constante de muelle de la bobina exterior. Después de una mayor compresión, la bobina interior se engancha de tal manera que todas las porciones de muelle se enganchan simultáneamente y contribuyen a una segunda constante de muelle global del muelle de bobina dentro de bobina. Una mayor compresión da lugar entonces a que la tercera porción de muelle se desactiva de tal manera que una tercera constante de muelle global del muelle de bobina dentro de bobina se basa en la primera constante de muelle de la primera porción de muelle y la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle.

Como un perfeccionamiento técnico adicional de la presente invención, también se pueden colocar bobinas intermedias adicionales entre la bobina interior y la bobina exterior. Por ejemplo, en otra realización ejemplar de la presente invención, se proporciona un muelle de bobinas múltiples que está compuesto por un alambre continuo que forma una bobina exterior que tiene una altura no comprimida, una bobina intermedia colocada dentro de la bobina exterior y que tiene una altura no comprimida menor que la altura no comprimida de la bobina exterior, y una bobina interior colocada dentro de la bobina intermedia y que tiene una altura no comprimida menor que la altura no comprimida de la bobina intermedia. Así, en el funcionamiento, la bobina exterior, la bobina intermedia y la bobina interior funcionan sustancialmente como tres muelles helicoidales en paralelo. Cuando se aplica por primera vez una fuerza al muelle de bobinas múltiples, sólo la bobina exterior se engancha y se comprime, de modo que una primera constante de muelle global del muelle de bobinas múltiples se basa únicamente en la constante de muelle de la bobina exterior. A la compresión adicional, la bobina intermedia se engancha y comienza a comprimirse junto con la bobina exterior, de modo que una segunda constante de muelle global del muelle de bobinas múltiples se basa en la constante de muelle de la bobina exterior y la constante de muelle de la bobina intermedia. A una compresión mayor, la bobina interior se engancha posteriormente y comienza a comprimirse junto con la bobina exterior y la intermedia, de modo que una tercera constante de muelle global del muelle de bobinas múltiples se basa en la constante de muelle de la bobina exterior, la constante de muelle de la bobina intermedia y la constante de muelle de la bobina interior.

Independientemente de la configuración particular de los muelles ejemplares de bobina dentro de bobina de la presente invención, en algunas realizaciones, cada uno de los muelles de bobina dentro de bobina puede incluirse además en un colchón para proporcionar a un usuario el soporte no lineal que se aprecia de ordinario en un colchón de espuma, pero mediante el uso de muelles helicoidales. Por ejemplo, se proporciona un colchón que incluye una pluralidad de muelles de bobina dentro de bobina descritos anteriormente dispuestos en una matriz. Dicho colchón también puede comprender una capa de soporte de cuerpo superior, una capa de base inferior, y una pared lateral que se extiende entre la capa de soporte de cuerpo superior y la capa de base inferior y que se extiende alrededor de toda la periferia de las dos capas, de manera que la matriz de muelles de bobina dentro de bobina está completamente rodeada.

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la materia tras un estudio de la descripción, las figuras y los ejemplos no limitantes de este documento.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista lateral de un muelle de bobina dentro de bobina ejemplar.

La figura 2 es un gráfico que representa las fuerzas necesarias para mantener las distancias de compresión del muelle de bobina dentro de bobina ejemplar de la figura 1.

5 La figura 3 es una vista lateral de un muelle de bobina dentro de bobina ejemplar fabricado de acuerdo con la presente invención.

La figura 4 es una vista lateral de otro muelle de bobina dentro de bobina ejemplar fabricado.

10 La figura 5 es una vista lateral de otro muelle de bobina dentro de bobina ejemplar.

Y la figura 6 es una vista en sección transversal de un colchón ejemplar y representa una pluralidad de muelles de bobina dentro de bobina de la figura 1 dispuestos en una matriz y encerrados en bolsas de tela.

15 Descripción de ejemplos y realizaciones

La presente invención incluye muelles de bobina dentro de bobina y colchones que incluyen muelles de bobina dentro de bobina. En particular, la presente invención incluye muelles de bobina dentro de bobina que están compuestos por un alambre continuo y que exhiben una respuesta de carga variable y no lineal cuando se comprimen. Por lo tanto, los muelles de bobina dentro de bobina de la presente invención proporcionan al usuario el soporte no lineal que se observa de ordinario en un colchón de espuma, pero mediante el uso de muelles de bobina dentro de bobina.

25 Con referencia en primer lugar a la figura 1, se proporciona un muelle de bobina dentro de bobina 10 que está compuesto por un alambre continuo 20 que forma una espiral exterior 30 y una espiral interior 40 colocada dentro de la espiral exterior 30. Además, el alambre continuo 20 forma una primera porción de muelle 50, una segunda porción de muelle 60 y una tercera porción de muelle 70, que forman colectivamente la bobina exterior 30 y la bobina interior 40. Específicamente, en el muelle de bobina dentro de bobina 10 mostrado en la figura 1, la tercera porción de muelle 70 está colocada por encima de la primera porción de muelle 50, de tal manera que la primera porción de muelle 50 y la tercera porción de muelle 70 forman colectivamente la bobina exterior 30 del muelle de bobina dentro de bobina 10. La segunda porción de muelle 60 se coloca entonces dentro de la primera porción de muelle 50, de tal manera que la segunda porción de muelle 60 forma la bobina interior 40 del muelle de bobina dentro de bobina 10.

35 En el muelle de bobina dentro de bobina 10, la primera porción de muelle 50 tiene una altura no comprimida H_1 , la segunda porción de muelle 60 tiene una altura no comprimida H_2 , y la tercera porción de muelle 70 tiene una altura no comprimida H_3 . Como se muestra en la figura 1, la altura no comprimida H_2 de la segunda porción de muelle 60 es sustancialmente igual a la altura no comprimida H_1 de la primera porción de muelle 50. Como tal, y además dado que la tercera porción de muelle 70 está colocada por encima de la primera porción de muelle 50, la bobina exterior 30 tiene una altura sin comprimir H_{exterior} , que es igual a la altura sin comprimir H_1 de la primera porción de muelle 50 más la altura sin comprimir H_3 de la tercera porción de muelle 70, y que es mayor que la altura sin comprimir H_{interior} de la bobina interior 40 (es decir, la altura sin comprimir H_2 de la segunda porción de muelle 60). Más específicamente, en el muelle de bobina dentro de bobina 10, la altura no comprimida H_1 de la primera porción de muelle 50 es de unos 175 mm, la altura no comprimida H_2 de la segunda porción de muelle 60 es de unos 175 mm, y la altura no comprimida H_3 de la tercera porción de muelle 70 es de unos 42 mm para proporcionar una altura total de unos 225 mm para el muelle de bobina dentro de bobina 10. Además, en el muelle de bobina dentro de bobina 10, la primera porción de muelle 50 tiene un diámetro de aproximadamente 82 mm, mientras que la segunda porción de muelle 60 tiene un diámetro de aproximadamente 55 mm. Por supuesto, aunque las dimensiones anteriores se utilizan en el muelle de bobina dentro de bobina ejemplar mostrado en la figura 1, también se pueden producir otros numerosos muelles de bobina dentro de bobina ejemplares con disposiciones similares de porciones de muelle, pero que incluyen dimensiones alternativas.

La primera porción de muelle 50, la segunda porción de muelle 60 y la tercera porción de muelle 70 están formadas cada una de ellas por una pluralidad de circunvoluciones del alambre continuo 20, estando formada cada circunvolución por una porción del alambre continuo 20 sustancialmente igual a aproximadamente una vuelta del alambre continuo 20 (es decir, aproximadamente 360° de la trayectoria helicoidal del alambre continuo 20). Cabe destacar que la tercera porción de muelle 70 incluye una circunvolución de extremo superior 71, que forma un bucle sustancialmente plano en la porción más alta del muelle de bobina dentro de bobina 10. Del mismo modo, el extremo inferior 12 del muelle de bobina dentro de bobina 10 también está formado por un bucle sustancialmente plano en la parte más baja del muelle de bobina dentro de bobina 10. De este modo, el muelle de bobina dentro de bobina 10 termina en cualquiera de sus extremos en una forma generalmente plana que sirve como estructuras de extremo de soporte del muelle de bobina dentro de bobina 10.

En lo que respecta a las restantes circunvoluciones del muelle de bobina dentro de bobina 10, en la mayoría de los muelles helicoidales formados con un alambre continuo en espiral helicoidal, la constante de muelle y la sensación resultante del muelle de bobina dentro de bobina se determinan principalmente por el calibre del alambre, el número total de circunvoluciones en el muelle helicoidal, el tamaño de las circunvoluciones (diámetro de la espiral) y el paso

entre las circunvoluciones del muelle helicoidal. A este respecto, el paso (o espacio vertical) entre cada circunvolución de un muelle helicoidal suele estar controlado por la velocidad a la que el alambre continuo, que forma el muelle helicoidal, es arrastrado a través de una matriz de formación en una máquina de formación de bobinas. Una vez formado, un paso mayor suele producir un muelle helicoidal más rígido debido a la mayor orientación vertical del alambre, mientras que un paso más pequeño suele producir un muelle helicoidal más blando y permite un mayor número de circunvoluciones totales en el cuerpo de la bobina. Del mismo modo, las circunvoluciones de mayor diámetro en un muelle helicoidal también contribuyen a una menor constante de muelle y, en consecuencia, a un muelle helicoidal más blando. Por supuesto, dado que el alambre que forma el muelle de bobina dentro de bobina es continuo, no existe un punto de inicio o de finalización claramente definido de ninguna circunvolución única. Además, el diámetro y el paso suelen ajustarse gradualmente entre una parte del muelle y otra. Por lo tanto, a menudo una sola circunvolución del muelle de bobina dentro de bobina no tiene, de hecho, un solo diámetro o un solo paso, sino que puede incluir, por ejemplo, una porción inicial o final con un diámetro y/o paso variable que hace la transición a la circunvolución adyacente. Por lo tanto, tal como se utiliza en el presente documento, el diámetro y el paso de una circunvolución se referirán de ordinario a un diámetro y un paso medios, pero también pueden incluir o referirse, en algunas realizaciones, a un diámetro y un paso máximos o a un diámetro y un paso mínimos.

En los muelles ejemplares de bobina dentro de bobina descritos en este documento (por ejemplo, el muelle de bobina dentro de bobina 10 mostrado en la figura 1), el diámetro del alambre continuo que forma un muelle ejemplar es generalmente constante a lo largo de toda la longitud del alambre continuo, pero en diferentes realizaciones puede variar desde aproximadamente 0,183 cm (0,072 pulgadas) a aproximadamente 0,203 cm (0,080 pulgadas), con un rango preferido de aproximadamente 0,183 cm (0,072 pulgadas) a aproximadamente 0,193 cm (0,076 pulgadas). Además, el alambre continuo que forma un muelle ejemplar tiene típicamente una resistencia a la tracción de entre unos $1,655 \cdot 10^6$ kPa (240 kpsi) a unos $1,793 \cdot 10^6$ kPa (260 kpsi), con una resistencia a la tracción preferida de unos $1,724 \cdot 10^6$ kPa (250 kpsi). Al incluir múltiples porciones de muelle con diferentes diámetros de circunvolución, pasos o tanto diámetros de circunvolución como pasos en un muelle ejemplar de bobina dentro de bobina, sin embargo, se proporciona una respuesta de carga variable y no lineal donde una primera constante de muelle general del muelle de bobina dentro de bobina proporciona una sensación suave cuando el muelle se comprime inicialmente, una segunda constante de muelle global del muelle de bobina dentro de bobina proporciona una sensación intermedia a medida que aumenta la compresión del muelle en espiral, y una tercera constante de muelle global del muelle de bobina dentro de bobina proporciona una sensación más firme a medida que aumenta la compresión del muelle en espiral. En otras palabras, formando el alambre continuo de un muelle de bobina dentro de bobina ejemplar de la presente invención de una manera en la que las constantes de muelle individuales de la primera porción de muelle, la segunda porción de muelle y la tercera porción de muelle se combinan de forma variable a medida que el muelle de bobina dentro de bobina se comprime, un muelle de bobina dentro de bobina ejemplar puede configurarse para proporcionar un soporte similar al que se obtiene en un colchón de espuma (es decir, donde se observa un soporte mayor a medida que la espuma se comprime distancias más grandes).

Con referencia todavía a la figura 1, y con respecto a la primera porción de muelle 50, la segunda porción de muelle 60, y la tercera porción de muelle 70 del muelle de bobina dentro de bobina 10 ejemplar, la primera porción de muelle 50 incluye una circunvolución de transición 51 y dos circunvoluciones intermedias helicoidales 52, 53 que se extienden desde la circunvolución de transición 51 hasta el extremo inferior 12 del muelle de bobina dentro de bobina 10. Cada una de las circunvoluciones intermedias helicoidales 52, 53 de la primera porción de muelle 50 tiene un diámetro respectivo, que es sustancialmente el mismo y es sustancialmente igual al diámetro de la circunvolución de transición 51 de la primera porción de muelle 50, así como al diámetro del extremo inferior 12 del muelle de bobina dentro de bobina 10, de manera que la primera porción de muelle 50 tiene una forma sustancialmente cilíndrica. El alambre continuo 20 también define un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 52, 53 de la primera porción de muelle 50, siendo el paso entre cada una de las circunvoluciones intermedias helicoidales 52, 53 de la primera porción de muelle 50 sustancialmente el mismo.

Pasando ahora a la segunda porción de muelle 60 del muelle de bobina dentro de bobina 10, la segunda porción de muelle 60 incluye una circunvolución de extremo superior 67 y seis circunvoluciones intermedias helicoidales 61, 62, 63, 64, 65, 66 que se extienden desde el extremo inferior 12 del muelle de bobina dentro de bobina 10 hasta la circunvolución de extremo superior 67 de la segunda porción de muelle 60. Cada una de las circunvoluciones intermedias helicoidales 61, 62, 63, 64, 65, 66 de la segunda porción de muelle 60 tiene un diámetro respectivo, que es sustancialmente el mismo y es sustancialmente igual al diámetro de la circunvolución de extremo superior 67 de la segunda porción de muelle 60 de manera que la segunda porción de muelle 60 tiene una forma sustancialmente cilíndrica. El alambre continuo 20 también define un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 61, 62, 63, 64, 65, 66 de la segunda porción de muelle 60, siendo el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 61, 62, 63, 64, 65, 66 de la segunda porción de muelle 60 menor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 52, 53 de la primera porción de muelle 50.

Pasando ahora a la tercera porción de muelle 70 del muelle de bobina dentro de bobina 10, la tercera porción de muelle 70 incluye la circunvolución de extremo superior 71 y además incluye tres circunvoluciones intermedias

helicoidales 72, 73, 74 que se extienden desde la circunvolución de extremo superior 71 de la tercera porción de muelle 70 a la circunvolución de transición 51 de la primera porción de muelle 50. Cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 72, 73, 74 de la tercera porción de muelle 70 tiene un diámetro respectivo, aumentando progresivamente el diámetro de cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 72, 73, 74 a medida que la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 72, 73, 74 se extiende desde la circunvolución de extremo superior 71 de la tercera porción de muelle 70 a la circunvolución de transición 51 de la primera porción de muelle 50. En particular, el diámetro de la primera circunvolución intermedia helicoidal 72 es ligeramente mayor que el diámetro de la circunvolución de extremo superior 71, el diámetro de la segunda circunvolución intermedia helicoidal 73 es ligeramente mayor que el diámetro de la primera circunvolución intermedia helicoidal 72, y el diámetro de la tercera circunvolución intermedia helicoidal 74 es ligeramente mayor que el diámetro de la segunda circunvolución intermedia helicoidal 73, de manera que la tercera porción de muelle 70 tiene una forma sustancialmente cónica. En el muelle de bobina dentro de bobina ejemplar 10 mostrado en la figura 1, el diámetro de la tercera circunvolución intermedia helicoidal 74 de la tercera porción de muelle 70 es sustancialmente el mismo que el diámetro de la circunvolución de transición 51 de la primera porción de muelle 50, pero la tercera porción de muelle 70 también puede formarse de manera que el diámetro de la tercera circunvolución intermedia helicoidal 74 de la tercera porción de muelle 70 sea ligeramente menor que el diámetro de la circunvolución de transición 51 de la primera porción de muelle 50.

Con respecto también a la tercera porción de muelle 70, el alambre continuo 20 define de nuevo un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 72, 73, 74 de la tercera porción de muelle 70. Específicamente, el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 72, 73, 74 de la tercera porción de muelle 70 es sustancialmente el mismo, pero siendo el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 72, 73, 74 de la tercera porción de muelle 70 menor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 52, 53 de la primera porción de muelle 50 y también menor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 61, 62, 63, 64, 65, 66 de la segunda porción de muelle 60.

Como resultado de la variación descrita anteriormente en los pasos y diámetros a lo largo de la longitud del alambre continuo 20, en el muelle ejemplar de bobina dentro de bobina 10 de la figura 1, la primera porción de muelle 50 tiene una primera constante de muelle, la segunda porción de muelle 60 tiene una segunda constante de muelle mayor que la primera constante de muelle, y la tercera porción de muelle 70 tiene una tercera constante de muelle menor que la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 50 y también menor que la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle 60. Las diferentes constantes de muelle junto con las posiciones relativas de la primera porción de muelle 50, la segunda porción de muelle 60 y la tercera porción de muelle 70, a su vez, da como resultado que el muelle de bobina dentro de bobina 10 tiene una respuesta de carga variable a la compresión. Más específicamente, a medida que el muelle de bobina dentro de bobina 10 se comprime, la constante de muelle global del muelle de bobina dentro de bobina 10 cambia a medida que diferentes combinaciones de la primera porción de muelle 50, la segunda porción de muelle 60 y la tercera porción de muelle 70 se enganchan y comienzan a comprimirse, como se describe en detalle a continuación.

En el funcionamiento, la primera porción de muelle 50 y la tercera porción de muelle 70 de la bobina exterior 30 del muelle de bobina dentro de bobina 10 funcionan sustancialmente como dos muelles helicoidales en serie, mientras que la bobina exterior 30 y la bobina interior 40 funcionan sustancialmente como dos muelles helicoidales en paralelo. Como se ha comentado anteriormente, la altura sin comprimir H_{exterior} de la bobina exterior 30 es mayor que la altura sin comprimir H_{interior} de la bobina interior 40. Por lo tanto, cuando se aplica por primera vez una fuerza al muelle de bobina dentro de bobina 10, sólo la espiral exterior 30 comienza a comprimirse y el muelle de bobina dentro de bobina 10 se comprime según la constante de muelle de la espiral exterior 30. Una vez que el muelle de bobina dentro de bobina 10 se comprime hasta el punto en el que la altura comprimida de la bobina exterior 30 es igual a la altura no comprimida H_{interior} de la bobina interior 40 (es decir, la segunda porción de muelle 60), la bobina interior 40 se engancha y el muelle de bobina dentro de bobina 10 se comprime según la constante de muelle combinada de la bobina exterior 30 y la bobina interior 40. Al formar la bobina interior 40 con una altura no comprimida H_{interior} menor que la H_{exterior} no comprimida de la bobina exterior 30, el muelle de bobina dentro de bobina 10 exhibe por lo tanto al menos dos respuestas de carga diferentes.

Además, e independientemente de la bobina interior 40, cuando la bobina exterior 30 se comprime, inicialmente tanto la primera porción de muelle 50 como la tercera porción de muelle 70 se comprimen simultáneamente.

A una cierta distancia de compresión predeterminada, la tercera porción de muelle 70 se comprime completamente. Es decir, la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 72, 73, 74 de la tercera porción de muelle 70 no puede comprimirse más y la tercera porción de muelle 70 se desactiva. Sin embargo, a la distancia de compresión en la que la tercera porción de muelle 70 se desactiva, la primera porción de muelle 50 todavía es capaz de una compresión adicional. Por lo tanto, para las distancias de compresión más allá del punto en el que la tercera porción de muelle 70 se desactiva, la bobina exterior 30 se comprime según la constante de muelle de la primera porción de muelle 50 únicamente. Como tal, la bobina exterior 30 también exhibe al menos dos respuestas de carga diferentes.

Con referencia ahora a la figura 2, que representa gráficamente las fuerzas necesarias para mantener las distancias de compresión del muelle ejemplar de bobina dentro de bobina 10, la constante de muelle general del muelle de bobina dentro de bobina 10 es la pendiente de la línea en cualquier distancia de compresión dada. Como se muestra en el gráfico, el muelle de bobina dentro de bobina 10 se comprime inicialmente según una primera constante de muelle global K_1 hasta alcanzar una primera distancia de compresión D_1 . Como se ha comentado anteriormente, durante esta compresión inicial hasta la primera distancia de compresión D_1 , la segunda porción de muelle 60 (es decir, la bobina interior 40) todavía no está enganchada, pero tanto la primera porción de muelle 50 como la tercera porción de muelle 70 que forman la bobina exterior 30 se comprimen simultáneamente. Por lo tanto, la primera constante de muelle global K_1 del muelle de bobina dentro de bobina 10 se basa en la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 50 y la tercera constante de muelle de la tercera porción de muelle 70 que forman la bobina exterior 30.

Después de comprimir el muelle de bobina dentro de bobina 10 más allá de la primera distancia de compresión D_1 , la compresión adicional del muelle de bobina dentro de bobina 10 es según una segunda constante de muelle global K_2 que es mayor que la primera constante de muelle global K_1 . Durante esta etapa de compresión, la segunda porción de muelle 60 (es decir, la bobina interior 40) se engancha junto con la primera porción de muelle 50 y la tercera porción de muelle 70 que forman la bobina exterior 30. Además, la tercera porción de muelle 70 aún no está desactivada, de modo que tanto la primera porción de muelle 50 como la tercera porción de muelle 70 de la bobina exterior 30 se comprimen simultáneamente. Por lo tanto, la segunda constante de muelle global K_2 del muelle de bobina dentro de bobina 10 se basa en la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 50, la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle 60 y la tercera constante de muelle de la tercera porción de muelle 70. La compresión del muelle de bobina dentro de bobina 10 continúa según la segunda constante de muelle global K_2 hasta que el muelle de bobina dentro de bobina alcanza una segunda distancia de compresión D_2 .

Finalmente, después de comprimir el muelle de bobina dentro de bobina 10 más allá de la segunda distancia de compresión D_2 , la compresión adicional del muelle de bobina dentro de bobina 10 es según una tercera constante de muelle global K_3 que es mayor que la segunda constante de muelle global K_2 . Durante esta etapa de compresión, la segunda porción de muelle 60 (es decir, la bobina interior 40) está enganchada, pero la tercera porción de muelle 70 está desactivada, de manera que, de la bobina exterior 30, sólo se comprime la primera porción de muelle 50. Por lo tanto, la tercera constante de muelle global K_3 del muelle de bobina dentro de bobina 10 se basa en la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 50 y la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle 60. La compresión del muelle de bobina dentro de bobina 10 continúa según la tercera constante de muelle global K_3 hasta que el muelle de bobina dentro de bobina 10 alcanza una compresión máxima.

Aunque en el muelle de bobina dentro de bobina 10 ejemplar descrito anteriormente, la tercera porción de muelle 70 se desactiva a una distancia de compresión mayor que la distancia de compresión cuando la segunda porción de muelle 60 está enganchada, se entiende que, cambiando la configuración de la primera porción de muelle, la segunda porción de muelle y/o la tercera porción de muelle del muelle de bobina dentro de bobina, en algunas otras realizaciones de la presente invención, la tercera porción del muelle de bobina dentro de bobina puede configurarse para desactivación antes de que la segunda porción de muelle se acople o para desactivación simultáneamente con la segunda porción de muelle que se engancha. Además, debe entenderse que las descripciones anteriores de las porciones de muelle del muelle de bobina dentro de bobina son meramente ejemplares y que las porciones de muelle que tienen, por ejemplo, diferentes números de espirales, diámetros de espiral y/o pasos, también pueden incluirse.

Con referencia ahora a la figura 3, en una realización ejemplar de la presente invención, se proporciona un muelle de bobina dentro de bobina 110 que también exhibe una respuesta de carga variable. De forma similar al muelle de bobina dentro de bobina 10 descrito anteriormente con referencia a la figura 1, el muelle de bobina dentro de bobina 110 también está compuesto por un alambre continuo 120 que forma una bobina exterior 130 y una bobina interior 140, que está colocada dentro de la bobina exterior 130. El alambre continuo 120 también forma una primera porción de muelle 150, una segunda porción de muelle 160 y una tercera porción de muelle 170, que forman colectivamente la bobina exterior 130 y la bobina interior 140 del muelle de bobina dentro de bobina 110.

Sin embargo, en el muelle de bobina dentro de bobina 110 mostrado en la figura 3, la segunda porción de muelle 160 y la tercera porción de muelle 170 están colocadas dentro de la primera porción de muelle 150, estando colocada la tercera porción de muelle 170 por encima de la segunda porción de muelle 160. Como tal, la segunda porción de muelle 160 y la tercera porción de muelle 170 forman colectivamente la bobina interior 140 del muelle de bobina dentro de bobina 110 y la primera porción de muelle 150 forma la bobina exterior 140 del muelle de bobina dentro de bobina 110.

Además, en el muelle de bobina dentro de bobina 110, la primera porción de muelle 150 tiene una altura no comprimida H_1 , la segunda porción de muelle 160 tiene una altura no comprimida H_2 y la tercera porción de muelle 170 tiene una altura no comprimida H_3 . Como se muestra en la figura 3, la bobina exterior 130 tiene una altura sin comprimir H_{exterior} , que es esencialmente la altura sin comprimir H_1 de la primera porción de muelle 150, y que es mayor que la altura sin comprimir H_{interior} de la bobina interior 140, que es sustancialmente la misma que la altura sin

comprimir H_2 de la segunda porción de muelle 160 más la altura sin comprimir H_3 de la tercera porción de muelle 170. En particular, en el muelle de bobina dentro de bobina 110, la altura no comprimida H_1 de la primera porción de muelle 150 es de aproximadamente 225 mm, la altura no comprimida H_2 de la segunda porción de muelle 160 es de aproximadamente 133 mm, y la altura no comprimida H_3 de la tercera porción de muelle 170 es de aproximadamente 42 mm. Además, en el muelle de bobina dentro de bobina 110, la primera porción de muelle 150 tiene un diámetro de aproximadamente 82 mm, mientras que la segunda porción de muelle 160 tiene un diámetro de aproximadamente 55 mm. Sin embargo, las dimensiones anteriores no son más que un ejemplo, y también pueden producirse otros numerosos muelles de bobina dentro de bobina ejemplares que tienen disposiciones similares, pero que incluyen dimensiones alternativas.

Es de notar, y de forma similar al muelle de bobina dentro de bobina 10 descrito anteriormente con referencia a la figura 1, que un extremo inferior 112 del muelle de bobina dentro de bobina 110 forma un bucle sustancialmente plano en la parte más baja del muelle de bobina dentro de bobina 110. Sin embargo, en el muelle de bobina dentro de bobina 110, la primera porción de muelle 150 incluye una circunvolución de extremo superior 151, que forma un bucle sustancialmente plano en la parte superior del muelle de bobina dentro de bobina 110. Sin embargo, al igual que el muelle de bobina dentro de bobina 10 descrito anteriormente con referencia a la figura 1, el muelle de bobina dentro de bobina 110 mostrado en la figura 3 sigue terminando en cualquiera de sus extremos en formas generalmente planas, que sirven como estructuras de extremo de soporte del muelle de bobina dentro de bobina 110.

Con referencia todavía a la figura 3, y con más relación a la primera porción de muelle 150, la segunda porción de muelle 160, y la tercera porción de muelle 170 del muelle de bobina dentro de bobina 110, la primera porción de muelle 150 incluye una circunvolución de extremo superior 151, y además incluye seis circunvoluciones helicoidales intermedias 152, 153, 154, 155, 156, 157, que se extienden desde la circunvolución de extremo superior 151 hasta el extremo inferior 112 del muelle de bobina dentro de bobina 110. Cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 152, 153, 154, 155, 156, 157 de la primera porción de muelle 150 tiene un diámetro respectivo, que es sustancialmente es mismo y sustancialmente igual al diámetro de la circunvolución de extremo superior 151 de la primera porción de muelle 150, así como al diámetro del extremo inferior 112 del muelle de bobina dentro de bobina 110, de tal manera que la primera porción de muelle 150 formada por el alambre continuo 120 tiene una forma sustancialmente cilíndrica. El alambre continuo 120 también define un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 152, 153, 154, 155, 156, 157 de la primera porción de muelle 150, siendo el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 152, 153, 154, 155, 156, 157 de la primera porción de muelle 150 sustancialmente el mismo.

Pasando ahora a la segunda porción de muelle 160 del muelle de bobina dentro de bobina 110, la segunda porción de muelle 160 incluye una circunvolución de transición 163 y dos circunvoluciones intermedias helicoidales 161, 162 que se extienden desde el extremo inferior 112 del muelle de bobina dentro de bobina 110 hasta la circunvolución de transición 163. Cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 161, 162 de la segunda porción de muelle 160 tiene un diámetro respectivo, que es sustancialmente el mismo y es sustancialmente igual al diámetro de la circunvolución de transición 163 de la segunda porción de muelle 160, de manera que la segunda porción de muelle 160 también tiene una forma sustancialmente cilíndrica. A este respecto, el alambre continuo 120 define un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 161, 162 de la segunda porción de muelle 160, siendo cada uno de los pasos sustancialmente iguales, y siendo cada paso menor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 152, 153, 154, 155, 156, 157 de la primera porción de muelle 150.

Pasando ahora a la tercera porción de muelle 170 del muelle de bobina dentro de bobina 110, la tercera porción de muelle 170 incluye una circunvolución de extremo superior 174 y tres circunvoluciones intermedias helicoidales 171, 172, 173 que se extienden desde la circunvolución de transición 163 de la segunda porción de muelle 160 hasta la circunvolución de extremo superior 174 de la tercera porción de muelle 170. Cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 171, 172, 173 de la tercera porción de muelle 170 tiene un diámetro respectivo, aumentando el diámetro de cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 171, 172, 173 progresivamente a medida que la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 171, 172, 173 se extienden desde la circunvolución de transición 163 de la segunda porción de muelle 160 hasta la circunvolución de extremo superior 174 de la tercera porción de muelle 170. En particular, el diámetro de la segunda circunvolución intermedia helicoidal 172 es ligeramente mayor que el diámetro de la primera circunvolución intermedia helicoidal 171 y el diámetro de la tercera circunvolución intermedia helicoidal 173 es ligeramente mayor que el diámetro de la segunda circunvolución intermedia helicoidal 172, de tal manera que la tercera porción de muelle 170 tiene una forma cónica invertida. En el muelle de bobina dentro de bobina ejemplar 110 mostrado en la figura 3, el diámetro de la circunvolución de extremo superior 174 de la tercera porción de muelle 170 es ligeramente menor que el diámetro de la tercera circunvolución intermedia helicoidal 173 de la tercera porción de muelle 170, pero la tercera porción de muelle 170 también puede formarse de tal manera que el diámetro de la circunvolución de extremo superior 174 de la tercera porción de muelle 170 sea sustancialmente el mismo que el diámetro de la tercera circunvolución intermedia helicoidal 173 de la tercera porción de muelle 170 o ligeramente mayor que el diámetro de la tercera circunvolución intermedia helicoidal 173 de la tercera porción de muelle 170.

Con respecto adicional a la tercera porción de muelle 170, el alambre continuo 120 también define un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 171, 172, 173 de la tercera porción de muelle 170. El paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 171, 172, 173 de la tercera porción de muelle 170 es sustancialmente el mismo, siendo el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 152, 153, 154, 155, 156, 157 de la primera porción de muelle 150 y también menor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 161, 162 de la segunda porción de muelle 160.

De forma similar al muelle de bobina dentro de bobina 10 descrito anteriormente con referencia a la figura 1, en el muelle de bobina dentro de bobina 110 de la figura 3, la primera porción de muelle 150 tiene una primera constante de muelle, la segunda porción de muelle 160 tiene una segunda constante de muelle mayor que la primera constante de muelle, y la tercera porción de muelle 170 tiene una tercera constante de muelle, que es menor que la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 150 y también es menor que la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle 160. A este respecto, las diferentes constantes de muelle junto con las posiciones relativas de la primera porción de muelle 150, la segunda porción de muelle 160 y la tercera porción de muelle 170 dan lugar de nuevo a que la constante de muelle global del muelle de bobina dentro de bobina 110 cambie durante la compresión, a medida que diferentes combinaciones de la primera porción de muelle 150, la segunda porción de muelle 160 y la tercera porción de muelle 170 se enganchan y comienzan a comprimirse, como se discute a continuación.

En el funcionamiento, en el muelle de bobina dentro de bobina 110, la segunda porción de muelle 160 y la tercera porción de muelle 170 de la bobina interior 140 del muelle de bobina dentro de bobina 110 funcionan sustancialmente como dos muelles helicoidales en serie, mientras que la bobina exterior 130 y la bobina interior 140 funcionan sustancialmente como dos muelles helicoidales en paralelo. Como se ha explicado anteriormente, la altura sin comprimir H_{exterior} de la bobina exterior 130 es mayor que la altura sin comprimir H_{interior} de la bobina interior 140. Como tal, cuando se aplica una fuerza al muelle de bobina dentro de bobina 110, sólo se comprime la espiral exterior 130 (es decir, la primera porción de muelle 150) y el muelle de bobina dentro de bobina 110 se comprime según la constante de muelle de la espiral exterior 130. Durante esta compresión inicial, la primera constante de muelle global K_1 del muelle de bobina dentro de bobina 110 se basa únicamente en la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 150.

Una vez que el muelle de bobina dentro de bobina 110 se comprime hasta el punto en el que la altura comprimida de la bobina exterior 130 es igual a la altura no comprimida H_{interior} de la bobina interior 140 (es decir, la altura no comprimida H_2 de la segunda porción de muelle 160 más la altura no comprimida H_3 de la tercera porción de muelle 170), la bobina interior 140 se engancha y el muelle de bobina dentro de bobina 110 se comprime según la constante de muelle combinada de la bobina exterior 130 y la bobina interior 140. Durante esta etapa de compresión, la segunda porción de muelle 160 y la tercera porción de muelle 170, que forman la bobina interior 140, están enganchadas de manera que tanto la segunda porción de muelle 160 como la tercera porción de muelle 170 de la bobina interior 140 se comprimen simultáneamente. Como tal, la segunda constante de muelle global K_2 del muelle de bobina dentro de bobina 110 se basa en la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 150, la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle 160, y la tercera constante de muelle de la tercera porción de muelle 170.

Después de una compresión adicional y a una distancia de compresión predeterminada, la tercera porción de muelle 170 se comprime por completo y se desactiva, mientras que la segunda porción de muelle 160 todavía puede comprimirse más. Después de que la tercera porción de muelle 170 se desactiva, la bobina interior 140 se comprime entonces según la constante de muelle de sólo la segunda porción de muelle 160. Por lo tanto, la tercera constante de muelle global K_3 del muelle de bobina dentro de bobina 110 se basa en la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 150 y la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle 160. La compresión del muelle de bobina dentro de bobina 110 continúa posteriormente según la tercera constante general del muelle K_3 hasta que el muelle de bobina dentro de bobina 110 alcanza una compresión máxima. En otras palabras, el muelle de bobina dentro de bobina 110 mostrado en la figura 3 tiene una constante de muelle que aumenta a medida que el muelle de bobina dentro de bobina 110 se comprime para proporcionar un nivel creciente de apoyo en respuesta a una carga adicional.

Como un perfeccionamiento técnico adicional al muelle de bobina dentro de bobina ejemplar en algunos ejemplos, la tercera porción de muelle puede estar colocada debajo de la segunda porción de muelle en lugar de encima de la segunda porción de muelle. Con referencia ahora a la figura 4, en otro ejemplo, y de forma similar al muelle de bobina dentro de bobina 110 mostrado en la figura 3, se proporciona un muelle de bobina dentro de bobina 210 que se compone de un alambre continuo 220 que forma una bobina exterior 230 y una bobina interior 240, que se coloca dentro de la bobina exterior 230. El alambre continuo 220 también forma una primera porción de muelle 250, una segunda porción de muelle 260 y una tercera porción de muelle 270, que forman colectivamente la bobina exterior 230 y la bobina interior 240 del muelle de bobina dentro de bobina 210. Además, la segunda porción de muelle 260 y la tercera porción de muelle 270 también están colocadas dentro de la primera porción de muelle 250, de tal manera que la segunda porción de muelle 260 y la tercera porción de muelle 270 forman la bobina interior 240 del muelle de

bobina dentro de bobina 210 y la primera porción de muelle 250 forma la bobina exterior 230 del muelle de bobina dentro de bobina 210. Al igual que el muelle de bobina dentro de bobina 110 mostrado en la figura 3, en el muelle de bobina dentro de bobina 210 de la figura 4, la primera porción de muelle 250 tiene una altura sin comprimir H_1 , la segunda porción de muelle 260 tiene una altura sin comprimir H_2 y la tercera porción de muelle 270 tiene una altura sin comprimir H_3 . Asimismo, la bobina exterior 230 tiene una altura sin comprimir H_{exterior} , que es igual a la altura sin comprimir de la primera porción de muelle 250 y es mayor que la altura sin comprimir de la bobina interior 240, H_{interior} , que, a su vez, es sustancialmente igual a la altura sin comprimir H_2 de la segunda porción de muelle 260 más la altura sin comprimir H_3 de la tercera porción de muelle 270. Del mismo modo, en el muelle de bobina dentro de bobina 210, la altura sin comprimir H_1 de la primera porción de muelle 250 es de aproximadamente 225 mm, la altura sin comprimir H_2 de la segunda porción de muelle 260 es de aproximadamente 133 mm, y la altura sin comprimir H_3 de la tercera porción de muelle 270 es de aproximadamente 42 mm. Pero una vez más, las dimensiones anteriores no son más que un ejemplo, y pueden producirse numerosos otros muelles ejemplares de bobina dentro de bobina que tienen disposiciones similares a la mostrada en la figura 4, pero que incluyen dimensiones alternativas.

Con referencia todavía a la figura 4, la primera porción de muelle 250 del muelle de bobina dentro de bobina 210 de la figura 4 también es sustancialmente idéntica a la primera porción de muelle 150 descrita anteriormente con referencia a la figura 3, e incluye una circunvolución de extremo superior 251 y seis circunvoluciones intermedias helicoidales 252, 253, 254, 255, 256, 257 que se extienden desde la circunvolución de extremo superior 251 hasta un extremo inferior 212 del muelle de bobina dentro de bobina 210. Es decir, cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 252, 253, 254, 255, 256, 257 de la primera porción de muelle 250 tiene un diámetro respectivo que es sustancialmente el mismo (por ejemplo, aproximadamente 82 mm), y cada paso entre la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 252, 253, 254, 255, 256, 257 también es sustancialmente el mismo.

Sin embargo, a diferencia del muelle de bobina dentro de bobina 110 mostrado en la figura 3, la tercera porción de muelle 270 no está colocada por encima de la segunda porción de muelle 260. Más bien, en el muelle de bobina dentro de bobina mostrado en la figura 4, la tercera porción de muelle 270 está colocada por debajo de la segunda porción de muelle 260, e incluye una circunvolución de transición 273 y dos circunvoluciones helicoidales intermedias 271, 272 que se extienden desde el extremo inferior 212 del muelle de bobina dentro de bobina 210 hasta la circunvolución de transición 273. Cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 271, 272 de la tercera porción de muelle 270 tiene un diámetro respectivo con el diámetro de cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 271, 272 que disminuye progresivamente a medida que la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 271, 272 se extienden desde el extremo inferior 212 del muelle de bobina dentro de bobina 210 hasta la circunvolución de transición 273. En particular, el diámetro de la primera circunvolución intermedia helicoidal 271 es ligeramente más pequeño que el extremo inferior 212 del muelle de bobina dentro de bobina 210, el diámetro de la segunda circunvolución intermedia helicoidal 272 es ligeramente más pequeño que el diámetro de la primera circunvolución intermedia helicoidal 271, y el diámetro de la circunvolución de transición 273 es ligeramente más pequeño que el diámetro de la segunda circunvolución intermedia helicoidal 272, de manera que el alambre continuo 220 que forma la tercera porción de muelle 270 tiene una forma sustancialmente cónica. El alambre continuo 220 también define un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 271, 272 de la tercera porción de muelle 270, siendo el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 271, 272 de la tercera porción de muelle 270 sustancialmente el mismo y menor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 252, 253, 254, 255, 256, 257 de la primera porción de muelle 250.

Volviendo ahora a la segunda porción de muelle 260 del muelle de bobina dentro de bobina 210, la segunda porción de muelle 260 incluye entonces una circunvolución de extremo superior 263 y dos de las circunvoluciones intermedias helicoidales 261, 262 que se extienden desde la circunvolución de transición 273 de la tercera porción de muelle 270 hasta la circunvolución de extremo superior 263 de la segunda porción de muelle 260. Cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 261, 262 de la segunda porción de muelle 260 tiene un diámetro respectivo (por ejemplo, de unos 37 mm), que es sustancialmente el mismo y es sustancialmente igual al diámetro de la circunvolución de transición 273 de la tercera porción de muelle 270, de manera que el alambre continuo 220 que forma la segunda porción de muelle 260 tiene una forma sustancialmente cilíndrica. El alambre continuo 220 define además un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 261-262 de la segunda porción de muelle 260. Específicamente, el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 261, 262 de la segunda porción de muelle 260 es sustancialmente el mismo, pero siendo el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 261, 262 de la segunda porción de muelle 260 menor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 252, 253, 254, 255, 256, 257 de la primera porción de muelle 250 y mayor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 271, 272 de la tercera porción de muelle 270. Por ejemplo, en el muelle de bobina dentro de bobina 210, el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 252, 253, 254, 255, 256, 257 de la primera porción de muelle 250 es generalmente de unos 61 mm, mientras que el paso entre la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 261, 262 de la segunda porción de muelle 260 es de unos 14-15 mm y el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 271, 272 de la tercera porción de muelle 270 es de unos 10 mm a unos 12 mm.

De forma similar a los muelles de bobina dentro de bobina 10, 110 descritos anteriormente con referencia a las figuras 1 y 3, en el muelle de bobina dentro de bobina 210 de la figura 4, la primera porción de muelle 250 tiene una primera constante de muelle, la segunda porción de muelle 260 tiene una segunda constante de muelle mayor que la primera constante de muelle, y la tercera porción de muelle 270 tiene una tercera constante de muelle menor que la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 250 y también menor que la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle 260. Las diferentes constantes de muelle junto con las posiciones relativas de la primera porción de muelle 250, la segunda porción de muelle 260 y la tercera porción de muelle 270 dan como resultado que la constante de muelle general del muelle de bobina dentro de bobina 210 cambia durante la compresión a medida que las diferentes combinaciones de la primera porción de muelle 250, la segunda porción de muelle 260 y la tercera porción de muelle 270 se enganchan y comienzan a comprimirse como se discute a continuación.

El muelle de bobina dentro de bobina 210 mostrado en la figura 4 opera sustancialmente de la misma manera que el muelle de bobina dentro de bobina 110 mostrado en la figura 3, con una primera constante de muelle global K_1 del muelle de bobina dentro de bobina 210 basada únicamente en la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 250, una segunda constante de muelle global K_2 del muelle de bobina dentro de bobina 210 basada en la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 250, la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle 260 y la tercera constante de muelle de la tercera porción de muelle 270, y una tercera constante de muelle global K_3 del muelle de bobina dentro de bobina 210 que se basa en la primera constante de muelle de la primera porción de muelle 250 y la segunda constante de muelle de la segunda porción de muelle 260 debido a que la tercera porción de muelle 270 se comprime completamente y se desactiva después de ser comprimida una distancia predeterminada. El muelle de bobina dentro de bobina 210 mostrado en la figura 4 tiene por lo tanto una constante de muelle que aumenta a medida que el muelle de bobina dentro de bobina 210 se comprime para proporcionar un nivel creciente de apoyo en respuesta a una carga adicional.

Como otro ejemplo, además de variar la disposición de las porciones de un muelle de bobina dentro de bobina para proporcionar una respuesta de carga variable, también se pueden colocar espirales intermedias adicionales entre la espiral interna y la espiral externa para proporcionar una variación en la respuesta de carga. Con referencia ahora a la figura 5, en otro ejemplo, se proporciona un muelle de bobinas múltiples 310 que está compuesto por un alambre continuo 320 que forma una bobina exterior 350, una bobina intermedia 360 colocada dentro de la bobina exterior 350, y una bobina interior 370 colocada dentro de la bobina intermedia 360 con la bobina exterior 350, la bobina intermedia 360, y la bobina interior 370 formadas por una pluralidad de circunvoluciones del alambre continuo 320 y que tienen varias alturas sin comprimir. En particular, la bobina exterior 350 tiene una altura sin comprimir H_1 , la bobina intermedia 360 tiene una altura sin comprimir H_2 que es menor que la altura no comprimida H_1 de la bobina exterior 350, y la bobina interior 370 tiene una altura no comprimida H_3 que es menor que la altura no comprimida H_2 de la bobina intermedia 360. Más específicamente, en el muelle de bobina dentro de bobina 310, la altura sin comprimir H_1 de la bobina exterior 350 es de unos 226 mm, la altura sin comprimir H_2 de la bobina intermedia 360 es de unos 133 mm, y la altura sin comprimir H_3 de la bobina interior 370 es de unos 42 mm. De nuevo, sin embargo, las dimensiones anteriores no son más que un ejemplo, y pueden producirse otros numerosos muelles ejemplares de bobina dentro de bobina que tienen disposiciones similares, pero que incluyen dimensiones alternativas.

Con referencia a la figura 5, la bobina exterior 350 del muelle de bobinas múltiples 310 incluye una circunvolución de extremo superior 351 y una pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 352, 353, 354, 355, 356 que se extienden desde la circunvolución de extremo superior 351 de la bobina exterior 350 hasta un extremo inferior 312 del muelle de bobinas múltiples 310. Cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 352, 353, 354, 355, 356 de la bobina exterior 350 tiene un diámetro respectivo (por ejemplo, de unos 82 mm), que es sustancialmente el mismo y es sustancialmente igual al diámetro de la circunvolución de extremo superior 351 de la bobina exterior 350, así como al diámetro del extremo inferior 312 del muelle de bobinas múltiples 310, de manera que el alambre continuo 320 que forma la bobina exterior 350 tiene una forma sustancialmente cilíndrica. El alambre continuo 320 también define un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 352, 353, 354, 355, 356 de la bobina exterior 350, siendo el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 352, 353, 354, 355, 356 de la bobina exterior 350 sustancialmente el mismo.

La bobina intermedia 360 incluye una circunvolución de extremo superior 368 y una pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367 que se extienden desde el extremo inferior 312 del muelle de bobinas múltiples 310 hasta la circunvolución de extremo superior 368 de la bobina intermedia 360. Cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367 de la bobina intermedia 360 tiene un diámetro respectivo (por ejemplo, de unos 55 mm), que es sustancialmente el mismo y es sustancialmente igual al diámetro de la circunvolución de extremo superior 368 de la bobina intermedia 360, de manera que el alambre continuo 320 que forma la bobina intermedia 360 tiene una forma sustancialmente cilíndrica. Además, el diámetro de cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367 y la circunvolución de extremo superior 368 de la bobina intermedia 360 es menor que el diámetro de cada una de las circunvoluciones de la bobina exterior 350, de tal manera que la bobina intermedia 360 no entra en contacto con la bobina exterior 350 cuando se comprime el muelle de bobinas múltiples 310. El alambre continuo 320 también define un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 361, 362,

363, 364, 365, 366, 367 de la bobina intermedia 360. Específicamente, el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367 de la bobina intermedia 360 es sustancialmente el mismo y es menor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 352, 353, 354, 355, 356 de la bobina exterior 350.

Pasando ahora a la bobina interior 370, la bobina interior 370 incluye una circunvolución de extremo inferior 380 y una pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379 que se extienden desde la circunvolución de extremo superior 368 de la bobina intermedia 360 hasta la circunvolución de extremo inferior 380 de la bobina interior 370. Cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379 de la bobina interior 370 tiene un diámetro respectivo (por ejemplo, de unos 35 mm), que es sustancialmente el mismo y es sustancialmente igual al diámetro de la circunvolución del extremo inferior 380 de la bobina interior 370, de manera que el alambre continuo 320 que forma la bobina interior 370 también tiene una forma sustancialmente cilíndrica. Sin embargo, el diámetro de cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379 y la circunvolución del extremo inferior 380 de la bobina interior 370 es menor que el diámetro de cada una de las circunvoluciones de la bobina intermedia 360, de manera que la bobina interior 370 no entra en contacto con la bobina intermedia 360 cuando se comprime el muelle de bobinas múltiples 310. El alambre continuo 320 también define un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379 de la bobina interior 370, siendo el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379 de la bobina interior 370 sustancialmente el mismo y menor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367 de la bobina intermedia 360.

En el funcionamiento, la bobina exterior 350, la bobina intermedia 360 y la bobina interior 370 funcionan sustancialmente como tres muelles helicoidales en paralelo. Como se ha comentado anteriormente, la altura sin comprimir H_2 de la bobina intermedia 360 es menor que la altura sin comprimir H_1 de la bobina exterior 350 y la altura sin comprimir H_3 de la bobina interior 370 es menor que la altura sin comprimir H_2 de la bobina intermedia 360. De este modo, cuando se aplica por primera vez una fuerza al muelle de bobinas múltiples 310, sólo la bobina exterior 350 se engancha y se comprime, de modo que la primera constante de muelle global K_1 del muelle de bobinas múltiples 310 se basa únicamente en la constante de muelle de la bobina exterior 350. Una vez que el muelle de bobinas múltiples 310 se comprime hasta el punto en el que la altura comprimida de la bobina exterior 350 es igual a la altura no comprimida H_2 de la bobina intermedia 360, la bobina intermedia 360 se engancha y comienza a comprimirse junto con la bobina exterior 350, de modo que la segunda constante de muelle global K_2 del muelle de bobinas múltiples 310 se basa en la constante de muelle de la bobina exterior 350 y la constante de muelle de la bobina intermedia 360. La aplicación de una fuerza adicional al muelle de bobinas múltiples 310 provoca posteriormente la compresión de la bobina exterior 350 y de la bobina intermedia 360, pero la bobina interior 370 permanece sin enganchar. Una vez que el muelle de bobinas múltiples 310 se comprime hasta el punto en el que la altura comprimida de la bobina exterior 350 y la altura comprimida de la bobina intermedia 360 es igual a la altura no comprimida H_3 de la bobina interior 370, sin embargo, la bobina interior 370 se engancha y comienza a comprimirse junto con la bobina exterior 350 y la bobina intermedia 360, de modo que la tercera constante de muelle global K_3 del muelle de bobinas múltiples 310 se basa en la constante de muelle de la bobina exterior 350, la constante de muelle de la bobina intermedia 360 y la constante de muelle de la bobina interior 370. Por lo tanto, el muelle de bobinas múltiples 310 mostrado en la figura 5 tiene una constante de muelle que también aumenta a medida que el muelle de bobinas múltiples 310 se comprime para proporcionar un nivel creciente de apoyo en respuesta a una carga adicional.

Independientemente de la configuración particular de los muelles de bobina dentro de bobina o de los muelles de bobinas múltiples, en algunas realizaciones de la presente invención, cada uno de los muelles de bobina dentro de bobina puede incluirse en un colchón para proporcionar al usuario el soporte no lineal que se aprecia generalmente en un colchón de espuma, pero mediante el uso de muelles de bobina dentro de bobina o de bobinas múltiples. Por ejemplo, y con referencia ahora a la figura 6, se proporciona un colchón 500 que incluye una pluralidad de muelles de bobina dentro de bobina 10 descritos anteriormente con referencia a la figura 1. Cada uno de la pluralidad de muelles de bobina dentro de bobina 10 está encerrado en una caja flexible 590 para formar una pluralidad de muelles de bobina dentro de bobina ensacados 520. A este respecto, cada recinto flexible 590 incluye una pared inferior 592, una pared superior 596 y una pared lateral continua 594 que se extiende desde la pared inferior 592 hasta la pared superior 596 y que rodea cada muelle de bobina dentro de bobina 10.

Cada uno de los muelles de bobina dentro de bobina ensacados 520 incluidos en el colchón 500 están dispuestos en una matriz. El colchón 500 también comprende una capa de soporte superior 503 situada por encima de los muelles de bobina dentro de bobina ensacados 520 y una capa de soporte inferior 504 situada por debajo de los muelles de bobina dentro de bobina ensacados 520. Una pared lateral 505 se extiende entre la capa de soporte de cuerpo superior 503 y la capa base inferior 504 alrededor de toda la periferia de las dos capas 503, 504, de manera que la matriz de muelles de bobina dentro de bobina ensacados 520 está completamente rodeada.

En el colchón 500 mostrado en la figura 6, la capa superior de soporte de cuerpo 503 y la pared lateral 505 del colchón 500 están compuestas cada una de ellas por una espuma viscoelástica para soportar el cuerpo de un

- 5 usuario y proporcionar una superficie suficientemente suave sobre la que descansar. La capa inferior de la base 504, por otra parte, suele estar compuesta por una pieza de madera u otro material similarmente rígido capaz de soportar la matriz de muelles de bobina dentro de bobina ensacados 520. Sin embargo, se contempla que la capa de soporte de cuerpo superior 503 y la pared lateral 505 del colchón 500, así como la capa base inferior 504, también puedan estar compuestas por otros materiales o combinaciones de materiales conocidos por los expertos en la materia, incluyendo, aunque sin limitación, espuma, tapicería y/u otros materiales flexibles.

REIVINDICACIONES

1. Un muelle de bobina dentro de bobina (110), que comprende un alambre continuo (120) que forma:

5 una primera porción de muelle (150) que forma una bobina exterior (130) del muelle de bobina dentro de bobina (110);

una segunda porción de muelle (160); y

10 una tercera porción de muelle (170);

en donde la segunda porción de muelle (160) y la tercera porción de muelle (170) están ambas colocadas dentro de la primera porción de muelle (150) y forman ambas la bobina interior (140) del muelle de bobina dentro de bobina (110),

15 en donde la segunda porción de muelle (160) está colocada debajo de la tercera porción de muelle (170),

en donde la segunda porción de muelle (160) incluye una circunvolución de transición (163) y una pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales (161, 162) que se extienden desde un extremo inferior (112) del muelle de bobina dentro de bobina (110) hasta la circunvolución de transición (163) de la segunda porción de muelle (160), teniendo cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales (161, 162) de la segunda porción de muelle (160) un diámetro respectivo, siendo el diámetro de cada una de la pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (161, 162) de la segunda porción de muelle (160) sustancialmente el mismo y sustancialmente igual que el diámetro de la convolución de transición (163) de la sustancialmente la segunda porción de muelle (160),

25 en donde la tercera porción de muelle (170) incluye una convolución de extremo superior (174) y una pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (171, 172, 173) que se extienden desde la convolución de transición (163) de la segunda porción de muelle (160) hasta la convolución de extremo superior (174) de la tercera porción de muelle (170), teniendo cada una de la pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (171, 172, 173) de la tercera porción de muelle (170) un diámetro respectivo, aumentando progresivamente el diámetro de cada una de la pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (171, 172, 173) de la tercera porción de muelle (170) a medida que la pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (171, 172, 173) de la tercera porción de muelle (170) se extiende desde la convolución de transición (163) de la segunda porción de muelle (160) hasta la convolución de extremo superior (174) de la tercera porción de muelle (170), y

35 en donde el alambre continuo (120) define un paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales (161, 162) de la segunda porción de muelle (160), siendo el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales (161, 162) de la segunda porción de muelle (160) sustancialmente el mismo,

40 siendo el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales (161, 162) de la segunda porción de muelle (160) menor que el paso entre cada una de la pluralidad de circunvoluciones intermedias helicoidales (152, 153, 154, 155, 156, 157) de la primera porción de muelle (150); y

45 en donde el alambre continuo (120) define un paso entre cada una de la pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (171, 172, 173) de la tercera porción de muelle (170), siendo el paso entre cada una de la pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (171, 172, 173) de la tercera porción de muelle sustancialmente el mismo,

50 siendo el paso entre cada una de la pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (171, 172, 173) de la tercera porción de muelle (170) menor que el paso entre cada una de la pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (152, 153, 154, 155, 156, 157) de la primera porción de muelle (150), y

55 siendo el paso entre cada una de la pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (171, 172, 173) de la tercera porción de muelle (170) menor que el paso entre cada una de la pluralidad de convoluciones intermedias helicoidales (161, 162) de la segunda porción de muelle (160).

2. El muelle de bobina dentro de bobina de la reivindicación 1, en donde la bobina interior (140) tiene una altura sin comprimir (H_{interior});

60 en donde la bobina exterior (130) tiene una altura sin comprimir (H_{exterior}); y

en donde la altura no comprimida (H_{interior}) de la bobina interior (140) es menor que la altura no comprimida (H_{exterior}) de la bobina exterior (130).

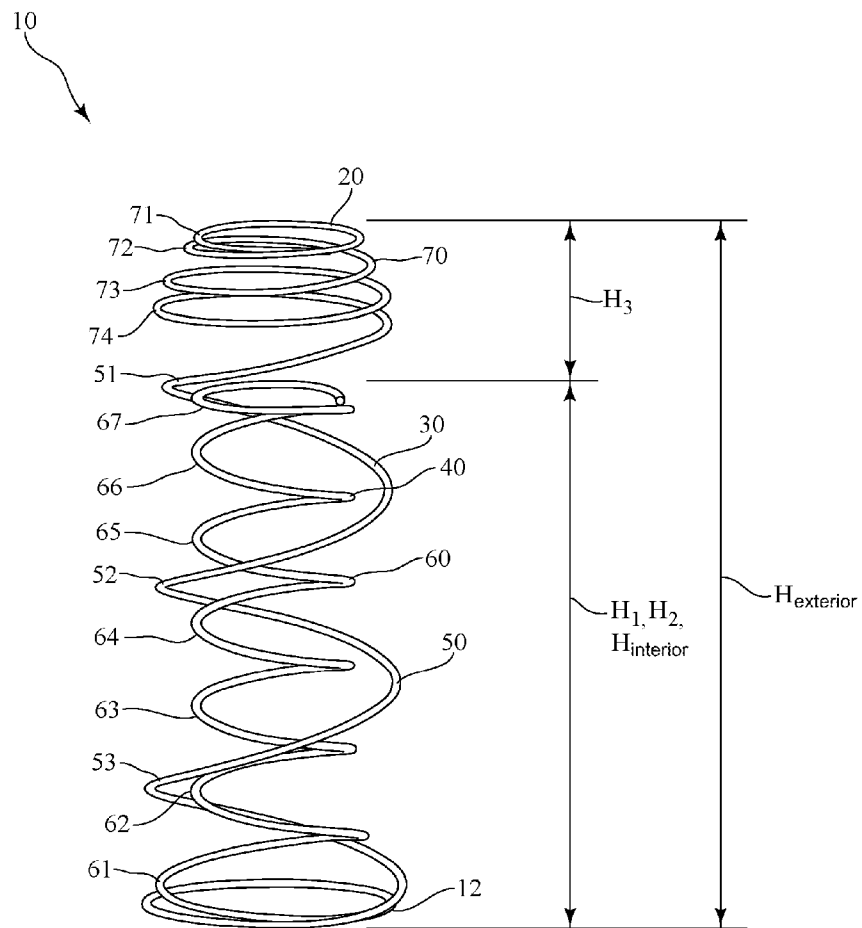


FIG. 1

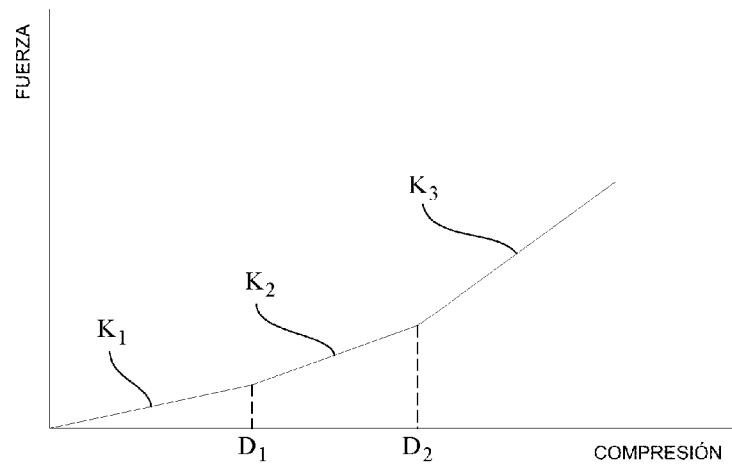


FIG. 2

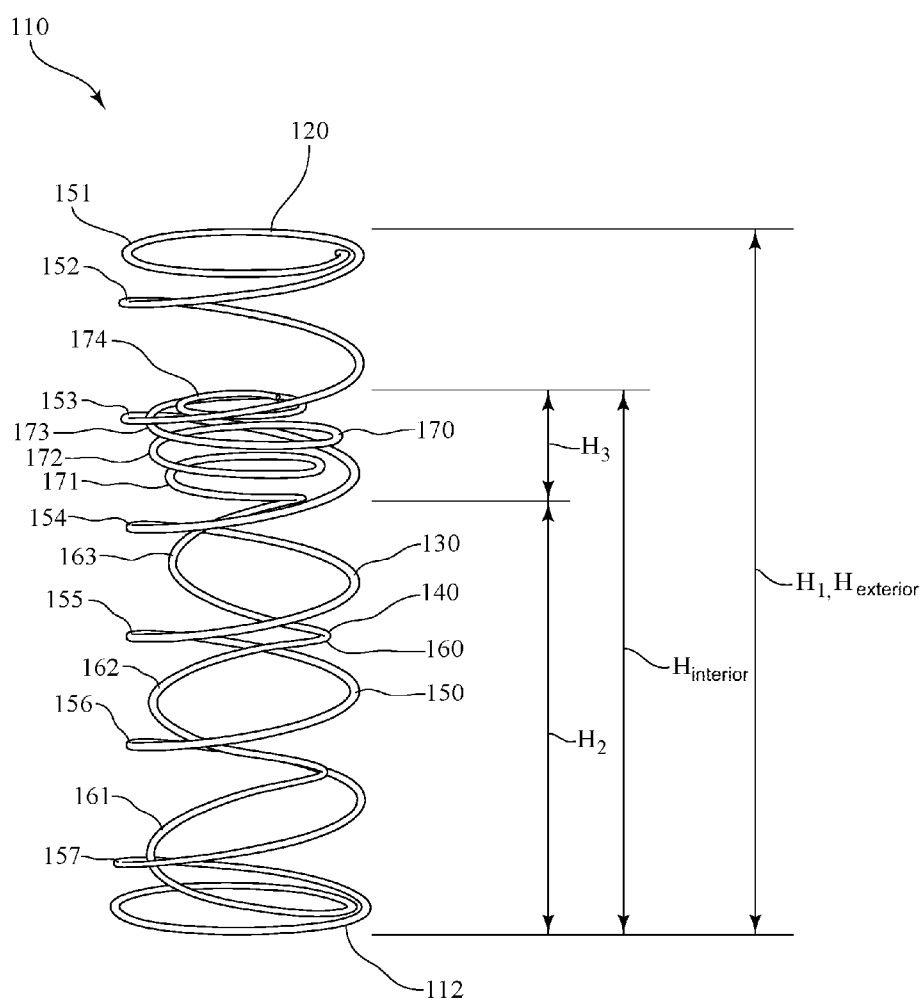


FIG. 3

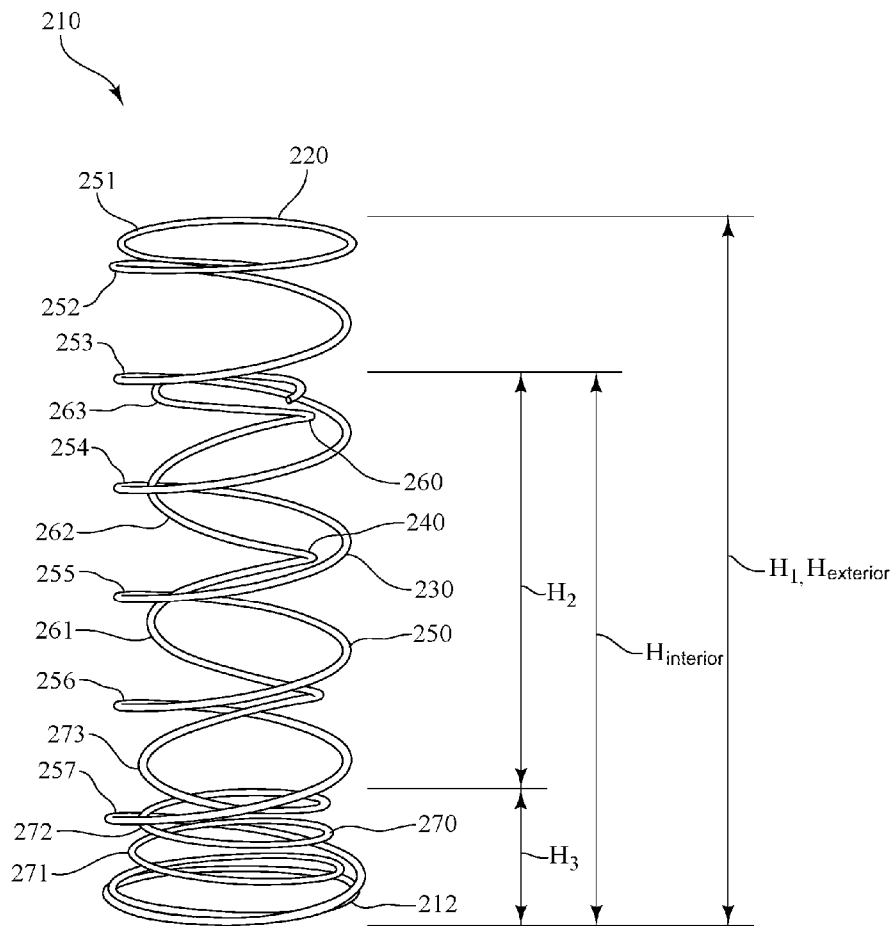


FIG. 4

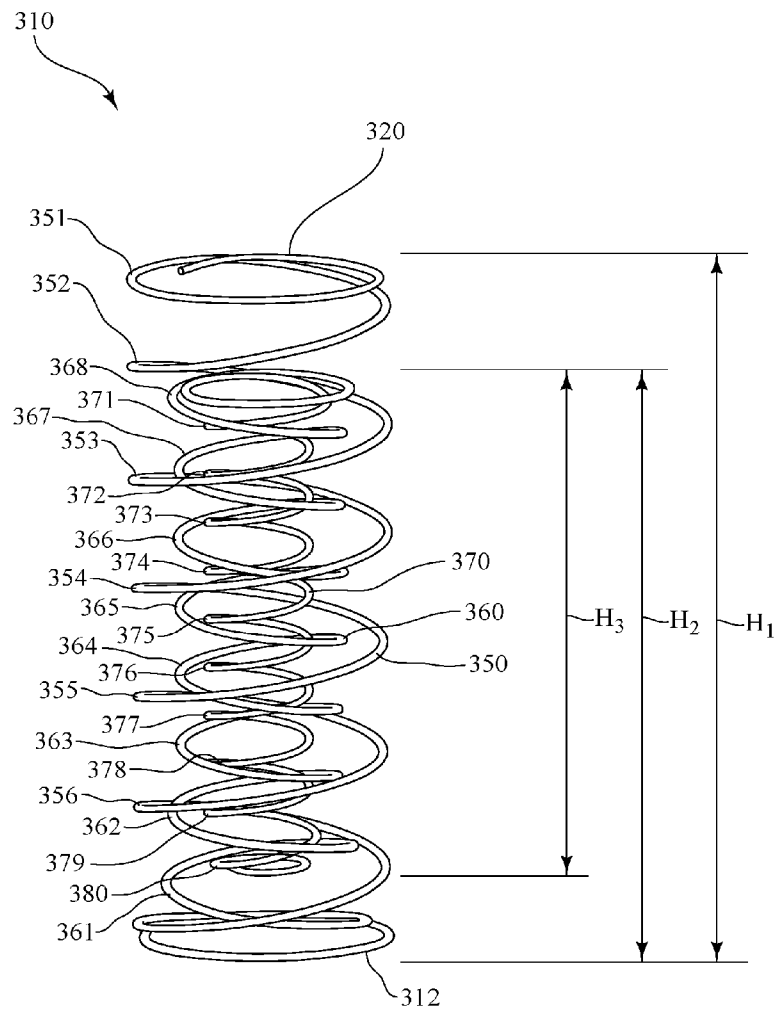


FIG. 5

