

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 540**

51 Int. Cl.:

H01F 27/28 (2006.01)

H01F 37/00 (2006.01)

H01F 27/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2018 E 21180473 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2024 EP 3920198**

54 Título: **Conjuntos de inducción**

30 Prioridad:

12.09.2017 US 201762557289 P
28.08.2018 US 201816114287

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.11.2024

73 Titular/es:

RAYCAP, S.A. (100.0%)
Telou & Petroutsou 14 Maroussi
15124 Athens, GR

72 Inventor/es:

KOSTAKIS, GRIGORIS;
MARATHIAS, MEGAKLIS;
XEPAPAS, FOTIS;
BAKATSIAS, KOSTAS;
PEPPAS, GEORGE y
POLITIS, ZAFIRIS G.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 986 540 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

Conjuntos de inducción

5 SOLICITUD(ES) RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica el beneficio y la prioridad de la solicitud provisional de Patente de EE. UU. No. 62/557.289, solicitada el 12 de septiembre de 2017, y de la solicitud de Patente de EE. UU. No. 16/114.287, solicitada el 28 de agosto de 2018.

10

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se relaciona con conjuntos de inducción y, más particularmente, conjuntos de inducción que incluyen bobinas y métodos para fabricarlos.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Las bobinas de inducción se utilizan en las redes de energía de corriente alternativa [AC, por sus siglas en inglés] para la corrección del factor de potencia, la regulación del voltaje, la reducción de di/dt y la protección de los equipos corriente abajo.

20

El documento US3086184 describe una estructura de bobina para aparatos de inducción electromagnética. El documento US3247476 describe un dispositivo electromagnético adaptado para producir un campo magnético de orientación predeterminada en respuesta a la corriente eléctrica que fluye a través del mismo. El documento US3633272 describe métodos para transponer radialmente materiales de chapa eléctricamente conductora adyacentes radialmente en un devanado eléctrico. JP2014056970 describe una estructura en la que separadores aislantes y láminas conductoras se enrollan alrededor de núcleos magnéticos blandos. El documento DE102015108969 describe una disposición de estrangulador que comprende dos estranguladores, cada uno de los cuales tiene una lámina eléctricamente conductora que está enrollada alrededor de un soporte de bobina aislante.

25

30

COMPENDIO DE LA INVENCIÓN

Se proporciona un sistema de inducción de unidades múltiples según la reivindicación 1. Otras características opcionales se definen en las reivindicaciones dependientes 2 a 14.

35

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describirán las realizaciones de la presente descripción, únicamente a modo ilustrativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40

- La Figura 1 es una vista en perspectiva superior de un conjunto de inducción;
- la Figura 2 es una vista de corte transversal del conjunto de inducción de la Figura 1 tomada a lo largo de la línea de corte 2-2 de la Figura 1;
- la Figura 3 es una vista en perspectiva del conjunto de inducción de la Figura 1, en donde, a efectos explicativos, se retira el revestimiento del conjunto de inducción;
- la Figura 4 es una vista en perspectiva del conjunto de inducción de la Figura 1, en donde, a efectos explicativos, se retira el revestimiento y el encapsulado del conjunto de inducción;
- la Figura 5 es una vista en perspectiva del conjunto de inducción de la Figura 1, en donde, a efectos explicativos, se retiran el revestimiento y el encapsulado y las bobinas del conjunto de inducción;
- la Figura 6 es una vista en perspectiva de un conjunto de bobina que forma una parte del conjunto de inducción de la Figura 1;
- la Figura 7 es una vista lateral del conjunto de bobina de la Figura 6;
- la Figura 8 es una vista de extremo del conjunto de bobina de la Figura 6;
- la Figura 9 es una vista de corte transversal, expandida y fragmentada del conjunto de bobina de la Figura 6;
- la Figura 10 es una vista en perspectiva y fragmentada de una lámina conductora y de una chapa aislante que forman las partes del conjunto de bobina de la Figura 6, en donde, a efectos explicativos, la lámina conductora y la chapa aislante se presentan aplanadas;
- la Figura 11 es un diagrama eléctrico que representa un sistema de energía eléctrica de CA bifásica que incluye el conjunto de inducción de la Figura 1;
- la Figura 12 es una vista en perspectiva de un conjunto de inducción;
- la Figura 13 es una vista de corte transversal del conjunto de inducción de la Figura 12 tomada a lo largo de la línea de corte 13-13 de la Figura 12;
- la Figura 14 es un diagrama eléctrico que representa un sistema de energía eléctrica que incluye el conjunto de inducción de la Figura 12;
- la Figura 15 es una vista en perspectiva de un conjunto de inducción;

55

60

65

la Figura 16 es una vista de corte transversal del conjunto de inducción de la Figura 15 tomada a lo largo de la línea de corte 16-16 de la Figura 15;

la Figura 17 es una vista en perspectiva del conjunto de inducción de la Figura 15, en donde, a efectos explicativos, se retira el revestimiento del conjunto de inducción;

5 la Figura 18 es una vista en perspectiva del conjunto de inducción de la Figura 15, en donde, a efectos explicativos, se retiran el revestimiento, el encapsulado y las bobinas del conjunto de inducción;

la Figura 19 es una vista en perspectiva del conjunto de bobina que forma una parte del conjunto de inducción de la Figura 15;

la Figura 20 es una vista en perspectiva despiezada del conjunto de bobina de la Figura 19;

10 la Figura 21 es una vista de extremo, expandida y fragmentada del conjunto de bobina de la Figura 19;

la Figura 22 es una vista de extremo, expandida y fragmentada del conjunto de bobina de la Figura 19;

la Figura 23 es una vista lateral del conjunto de bobina de la Figura 19;

la Figura 24 es una vista en perspectiva de un sistema de inducción de unidades múltiples según una realización de la invención que incluye una pluralidad de conjuntos de inducción de la Figura 15;

15 la Figura 25 es un diagrama esquemático de un sistema de inducción de unidades múltiples que incluye una multiplicidad de los conjuntos de inducción de la Figura 1;

la Figura 26 es un diagrama esquemático del sistema de inducción de unidades múltiples de la Figura 24;

la Figura 27 es una vista en perspectiva de un conjunto de inducción para ilustrar la invención;

la Figura 28 es una vista de corte transversal del conjunto de inducción de la Figura 27 tomada a lo largo de la línea de corte 28-28 de la Figura 27;

20 la Figura 29 es una vista en perspectiva de un sistema de inducción de unidades múltiples según una realización de la invención que incluye una multiplicidad de los conjuntos de inducción de la Figura 27;

la Figura 30 es una vista en perspectiva de un conjunto de bobina utilizado en una realización de la invención;

la Figura 31 es una vista en perspectiva despiezada del conjunto de bobina de la Figura 30;

25 la Figura 32 es una vista lateral del conjunto de bobina de la Figura 30;

la Figura 33 es una vista de extremo, expandida y fragmentada del conjunto de bobina de la Figura 30; y

la Figura 34 es una vista de extremo, expandida y fragmentada del conjunto de bobina de la Figura 30.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES DE LA INVENCION

30 A continuación, se describirá la presente invención de manera más detallada con referencia a los dibujos adjuntos, en donde se ilustran las realizaciones de la invención. En los dibujos, los tamaños relativos de las regiones o características pueden encontrarse exagerados por razones de claridad. Sin embargo, esta invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no deberá interpretarse como limitada a las realizaciones establecidas en este documento; al contrario, estas realizaciones se proporcionan para que esta descripción sea exhaustiva y completa, y transmita completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica.

35 Se comprenderá que, si bien los términos primero, segundo, etc. pueden utilizarse en la presente para describir varios elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones no deben encontrarse limitados por estos términos. Estos términos se utilizan únicamente para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otra región, capa o sección. De esta manera, un primer elemento, componente, región, capa o sección analizado a continuación podría denominarse como un segundo elemento, componente, región, capa o sección, sin apartarse de los principios de la presente invención.

40 Los términos relativos a la distribución en el espacio, como "debajo", "abajo", "inferior", "encima", "superior" y similares, pueden utilizarse en la presente, para facilitar la descripción al describir la relación de un elemento o característica con otro(s) elemento(s) o característica(s) como se ilustra en las figuras. Se comprenderá que los términos relativos a la distribución en el espacio, tienen por objeto abarcar diferentes orientaciones del dispositivo en uso o funcionamiento, además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si se da vuelta el dispositivo de las figuras, los elementos descritos como "abajo" o "debajo" de otros elementos o características se orientarán entonces "por encima" de los otros elementos o características. Por lo tanto, el término ilustrativo "abajo" puede abarcar tanto una orientación de arriba como de abajo. El dispositivo puede estar orientado de otra manera (girado 90 ° o en otras orientaciones) y los descriptores relativos a la distribución en el espacio utilizados en el presente documento, se interpretan en consecuencia.

45 Tal como se utilizan en el presente documento, las formas singulares "un/a" y "el/la" tienen por objeto incluir también las formas plurales, a menos que se indique expresamente lo contrario. Se comprenderá, además, que los términos "incluye", "comprende", "incluyendo" y/o "comprendiendo", cuando se utilicen en esta memoria descriptiva, especifican la presencia de características, números enteros, pasos, operaciones, elementos y/o componentes establecidos, pero no excluyen la presencia o adición de una o más de otras características, otros números enteros, pasos, otras operaciones, otros elementos, componentes y/o grupos de estos. Se comprenderá que cuando un elemento se denomina como "conectado" o "acoplado" a otro elemento, este puede estar directamente conectado o acoplado al otro elemento o puede que estén presentes elementos intermediarios. Tal como se utiliza en el presente documento, el término "y/o" incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más de los elementos asociados enumerados.

60 A menos que se indique lo contrario, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) utilizados en el

5 presente documento, tienen el mismo significado que comúnmente entienda un experto en la técnica a la que pertenece esta invención. Se comprenderá además que los términos, tales como aquellos que se definen en los diccionarios comúnmente utilizados, deberán interpretarse en el sentido de que los mismos tienen un significado coherente con su significado en el contexto de la presente memoria descriptiva y de la técnica correspondiente, y no se interpretarán en un sentido idealizado o excesivamente formal, a menos que así se defina expresamente en el presente documento.

10 Los diseños típicos de bobinas de inducción utilizan un conductor que se aísla con un barniz y se gira alrededor de una bobina. Sin embargo, típicamente, tales diseños no podrán soportar sobretensiones transitorias significativas entre las vueltas de la bobina y serán de gran tamaño, ya que la corriente de carga requiere una sección transversal significativa del conductor. En ese caso, hay un espacio significativo perdido entre las vueltas del conductor, ya que tiene una forma circular. Si se montara una cubierta aislante sobre la bobina para asegurar que pueda soportar sobretensiones transitorias muy elevadas, entonces el conjunto del conjunto de bobina sería de un tamaño incluso más grande. Además, la vibración podría ser un problema ya que hay un contacto mínimo entre las vueltas de la bobina, lo que permite algún posible movimiento.

15 Con referencia a las Figuras 1-11, en esta invención se muestra un conjunto de inducción de doble bobina 100. El conjunto de inducción 100 tiene un eje longitudinal L-L.

20 El conjunto de inducción 100 incluye una caja 110, un par de bases de soporte separadas axialmente 120, un eje de soporte 122, un accesorio aislante de la electricidad 124, un par de bujes 126, encapsulado 128, manguitos o tubos de aislamiento 129, un primer conjunto de bobina 131 y un segundo conjunto de bobina 151.

25 Las bases 120 y el eje 122 son de metal (en algunas realizaciones, son de aluminio). El eje 122 está apoyado y fijado a las bases 120 en cada extremo.

30 El accesorio 124 está montado alrededor del eje 122. El accesorio 124 puede estar formado por un plástico o un material polimérico, tal como la Polietersulfona, con una fuerza dieléctrica en el intervalo de aproximadamente 30 a 40 kV/mm.

Los conjuntos de bobina 131, 151 (descritos con más detalle a continuación) se montan en el accesorio 124 y el eje 122. Cada uno de los conjuntos de bobina 131, 151 incluyen un par de barras colectoras terminales 140, 142, 160, 162.

35 La caja 110 incluye un par de revestimientos opuestos lateralmente 114 y un par de placas de extremo opuestas axialmente 112 que se sujetan entre sí para formar la caja 110. La caja 110 define una cavidad interna o cámara 118 dentro de la cual se disponen y contienen el eje de soporte 122, el accesorio 124, el encapsulado 128, los tubos aislantes 129, el primer conjunto de bobina 131 y el segundo conjunto de bobina 151. En la caja 110 se definen cuatro aberturas terminales 116 y se comunican con la cámara 118.

40 Los componentes de la cámara 112, 114 pueden estar formados por cualquier material adecuado. En algunas realizaciones, los componentes de la caja 112, 114 están formados por un material polimérico aislante de la electricidad e ignífugo, tal como Noryl N190X de SABIC, con una resistencia dieléctrica de aproximadamente 19 kV/mm.

45 Cada uno de los cuatro tubos aislantes 129 rodea una longitud de una barra colector terminal respectiva 140, 142, 160, 162 que se extiende a través de la cámara 118, a través de una abertura terminal 116 y más allá de la abertura terminal 116 a una distancia prescrita. Los tubos 129 pueden estar formados de cualquier material adecuado. En algunas realizaciones, los tubos 129 están formados por un material polimérico aislante de la electricidad. En algunas realizaciones, los tubos 129 están formados de un material elastomérico aislante de la electricidad. En algunas realizaciones, los tubos 129 están formados de un polímero termocontraíble aislante de la electricidad (por ejemplo, elastómero) que se ha encogido térmicamente alrededor de la barra colector terminal correspondiente 140, 142, 160, 162.

50 El encapsulado 128 rellena el espacio vacío dentro de la cámara 118 que no está ocupado por los demás componentes. El encapsulado 128 puede estar formado por cualquier material adecuado. El encapsulado 128 es aislante de la electricidad. En algunas realizaciones, el encapsulado 128 está formado por un material que tiene un voltaje de ruptura de al menos 18 kV/mm. En algunas realizaciones, el encapsulado 128 es una resina epóxica o una resina de poliuretano.

55 Cada buje 126 es anular y está intercalado o interpuesto entre una placa de extremo 112 y la base adyacente 120 y montado en el eje 122. Los bujes 126 pueden estar formados por cualquier material adecuado. En algunas realizaciones, los bujes están formados por un material polimérico resistente. En algunas realizaciones, los bujes 126 están formados por un elastómero y, en algunas realizaciones, por un elastómero o caucho de silicona.

60 El conjunto de bobina 131 incluye una bobina multicapa 130, una barra colector terminal interna 140 y una barra colector terminal externa 142.

ES 2 986 540 T3

- 5 La bobina 130 es una bobina de núcleo de aire. La bobina 130 tiene un eje de bobina A-A y extremos axialmente opuestos 130A, 130B. La bobina 130 incluye una chapa, tira o lámina eléctricamente conductora 132 y una tira o chapa aislante de la electricidad 134. La lámina 132 y la chapa 134 están co-enrolladas en espiral o envueltas alrededor del eje A-A para formar los devanados 136. Los devanados 136 se extienden progresivamente desde un devanado más interior 136E de la lámina conductora 132 en un pasaje interior 138, hasta un devanado más exterior 136F de la lámina conductora 132 en el diámetro exterior de la bobina 130. Cada devanado 136 se superpone o apila radialmente al devanado anterior 136 o se envuelve radialmente alrededor de este.
- 10 La lámina conductora 132 tiene bordes laterales opuestos 132A que están separados axialmente a lo largo del eje de la bobina A-A y se extienden sustancialmente paralelos entre sí. La lámina conductora 132 está enrollada en espiral de tal manera que cada borde 132A permanece sustancialmente en un único plano lateral E-E o próximo a este (Figura 7) a lo largo de la bobina 130 desde el devanado 136E hasta el devanado 136F. Es decir, la lámina conductora 132 se mantiene alineada consigo misma y está enrollada en espiral, no helicoidalmente.
- 15 Según algunos ejemplos, la bobina 130 incluye al menos 10 vueltas o devanados desde el devanado 136E hasta el devanado 136F y, en algunos ejemplos, aproximadamente 60 a 100 vueltas. Se observará que, en las figuras, las capas 132, 134 y las vueltas de las bobinas 130, 150 no se muestran específicamente o que, en la Figura 8, se muestran únicamente de manera parcial. Por lo tanto, las representaciones de las capas 132, 134 en los dibujos
- 20 pueden no estar a escala con respecto al número de vueltas, a los espesores de las capas, o al espacio entre las capas.
- 25 La lámina conductora 132 puede estar formada por cualquier material conductor de electricidad adecuado. En algunos ejemplos, la lámina conductora 132 está formada por metal. En algunos ejemplos, la lámina conductora 132 está formada por cobre o aluminio.
- 30 La lámina aislante 134 puede estar formada por cualquier material de aislamiento eléctrico adecuado. En algunos ejemplos, la chapa aislante 134 está formada por un material polimérico. En algunos ejemplos, la chapa aislante 134 está formada por una película de poliéster. En algunos ejemplos, la lámina aislante 134 está formada por un material que tiene un voltaje de ruptura de al menos 4 kV/mm y, en algunos ejemplos, en el intervalo de aproximadamente 13 kV/mm a 20 kV/mm.
- 35 La bobina 130 es generalmente tubular. En algunos ejemplos, el perfil exterior de la bobina 130 es sustancialmente cilíndrico y es sustancialmente circular en su sección transversal lateral.
- 40 La bobina 130 tiene un espesor CT (Figura 7), una longitud CL (Figura 7; paralela al eje de la bobina L-L), y un diámetro exterior CD (Figura 8). El espesor CT es la distancia radial desde el devanado conductor más interno 136E hasta el devanado conductor más externo 136F en un plano lateral N-N (Figura 7) ortogonal al eje de la bobina A-A.
- 45 Según algunos ejemplos, la bobina 130 es generalmente cilíndrica, con una longitud CL mayor que su diámetro exterior CD. Según algunos ejemplos, la relación CL/CD es de al menos 0,2 y, en algunos ejemplos, está en el intervalo de aproximadamente 0,3 a 1,5.
- 50 Las Figuras 9-10 son vistas fragmentarias de la lámina conductora 132 y la lámina aislante 134 colocadas en plano (por ejemplo, antes de enrollarse en la bobina 130). La lámina conductora 132 tiene un espesor MT, una longitud ML y un ancho MW. La chapa aislante 134 tiene un espesor IT, una longitud IL, y un ancho IW.
- 55 Según algunos ejemplos, el ancho de la lámina conductora MW es mayor que el diámetro exterior de la bobina CD. En algunos ejemplos, la relación MW/CD es de al menos 0,2 y, en algunos ejemplos, está en el intervalo de aproximadamente 0,4 a 1,5.
- 60 Según algunos ejemplos, el ancho de la lámina conductora MW es mayor que el espesor de la bobina CT. En algunos ejemplos, la relación MW/CT es de al menos 0,5 y, en algunos ejemplos, está en el intervalo de aproximadamente 2 a 3.
- 65 Según algunos ejemplos, el espesor MT está en el intervalo de aproximadamente 0,1 a 2 mm y, en algunos ejemplos, en el intervalo de aproximadamente 0,5 mm a 1 mm. Según algunos ejemplos, la longitud ML está en el intervalo de aproximadamente 1 m a 40 m. Según algunos ejemplos, el ancho MW está en el intervalo de aproximadamente 0,5 cm a 30 cm.
- Según algunos ejemplos, el espesor IT está en el intervalo de aproximadamente 0,05 a 1 mm. Según algunos ejemplos, la longitud IL está en el intervalo de aproximadamente 1 m a 40 m. Según algunos ejemplos, el ancho IW está en el intervalo de aproximadamente 0,5 cm a 30 cm.
- Según algunos ejemplos, la relación MW/MT es de al menos 2,5 y, en algunos ejemplos, está en el intervalo de aproximadamente 170 a 500.

Según algunos ejemplos, la relación IW/IT es de al menos 2,5 y, en algunos ejemplos, está en el intervalo de aproximadamente 1000 a 4000.

5 Según algunos ejemplos, las secciones de los bordes 134G de la lámina aislante 134 se extienden axialmente hacia afuera más allá de los bordes adyacentes de la lámina conductora 132 a una distancia IO (Figura 7). En algunos ejemplos, la distancia IO es de al menos 1 mm y, en algunos ejemplos, está en el intervalo de aproximadamente 3 mm a 10 mm.

10 Según algunos ejemplos, la bobina 130 se encuentra formada por el siguiente método. La lámina conductora 132 se forma individualmente como una cinta, tira, chapa o lámina independiente. La chapa aislante 134 se forma de manera individual y separada como una cinta, tira, chapa o lámina independiente. Después de esto, la lámina preformada 132 y la chapa preformada 134, se acoplan, laminan o se superponen entre sí y se enrollan en espiral en la configuración de la bobina para formar la bobina 130. En algunos ejemplos, las capas 132, 134 están co-enrolladas alrededor de un mandril, forma o soporte cilíndrico. En algunos ejemplos, las capas 132, 134 están co-enrolladas alrededor del accesorio 124.

20 En algunos ejemplos, la lámina 132 y la chapa 134 no están unidas entre sí a lo largo de sus longitudes antes de enrollarse en la bobina. Es decir, la lámina 132 y la chapa 134 están co-enrolladas de manera holgada y no se unen o laminan entre sí hasta después de la formación de la bobina 130. En algunos ejemplos, la lámina 132 y la chapa 134 no están unidas entre sí en la bobina terminada 130, excepto por el encapsulado 128 en los extremos de la bobina 130. Por lo tanto, en este caso, la lámina 132 y la chapa 134 no están unidas entre sí a lo largo de sus respectivos anchos. En algunos ejemplos, la lámina 132 y la chapa 134 están fuertemente enrolladas de manera que los espacios de aire entre los devanados de la lámina conductora 132 se reducen al mínimo o se eliminan.

25 Las barras colectoras terminales 140, 142 pueden estar formadas por cualquier material conductor de electricidad adecuado. En algunos ejemplos, las barras colectoras terminales 140, 142 está formada por metal. En algunos ejemplos, las barras colectoras terminales 140, 142 están formadas por cobre o cobre estañado.

30 La barra colector terminal interior 140 (Figura 2) incluye una pata de contacto 140A y una pata de terminal T1 unidas por una pata de conexión 140B. La pata de contacto 140A se fija en el contacto mecánico y eléctrico con el devanado más interno 136E de la lámina conductora 132 mediante los tornillos 5, las tuercas 6 y un elemento o placa de sujeción 141 (Figura 8). El devanado de la lámina conductora 136E se interpone o se intercala entre la pata de contacto 140A y la placa de sujeción 141. Los tornillos 5 penetran a través de la bobina 136E y están asegurados por las tuercas 6, de manera tal que la pata de contacto 140A y la placa de sujeción 141 se fijan de forma comprimida a la bobina 136E que hay entre ellas. La pata terminal T1 sale de la caja 110 a través de una abertura 116.

40 La barra colector terminal exterior 142 (Figura 2) incluye una pata de contacto 142A y una pata terminal T2 unidas por una pata de conexión 142B. La pata de contacto 142A se fija en contacto mecánico y eléctrico con el devanado exterior 136F de la lámina conductora 132 mediante los tornillos 5, las tuercas 6 y una placa de sujeción 141 (Figura 5). El devanado 136F se sujeta con abrazaderas entre la pata de contacto 142A y la placa de sujeción 141 mediante los tornillos 5 (que penetran a través del devanado 136F) y las tuercas 6, de la misma manera que se ha descrito anteriormente para la pata de contacto 140A, los tornillos 5, las tuercas 6 y la placa de sujeción 141. La pata de contacto T2 sale de la caja 110 a través de una abertura 116.

45 El conjunto de bobina 151 está construido de la misma manera que el conjunto de bobina 131 e incluye una bobina multicapa 150, una barra colector terminal interior 160 y una barra colector terminal interior 162, que corresponde a la bobina multicapa 130, a la barra colector terminal interior 140 y a la barra colector terminal exterior 142. La bobina 150 tiene un eje de bobina B-B.

50 La pata de terminal T3 de la barra colector terminal interior 160 se fija en contacto mecánico y eléctrico con el devanado más interior 156E de la lámina conductora de la bobina 150 mediante los tornillos 5, las tuercas 6 y una placa de sujeción 141 de la misma manera que se ha descrito anteriormente para la pata de contacto 140A, los tornillos 5, las tuercas 6 y la placa de sujeción 141. La pata de terminal T3 sale de la caja 110 a través de una abertura 116.

55 La pata de terminal T4 de la barra colector terminal exterior 162 se fija en contacto mecánico y eléctrico con el devanado más exterior 156F de la lámina conductora de la bobina 150 mediante los tornillos 5, las tuercas 6 y una placa de sujeción 141 de la misma manera que se ha descrito anteriormente para la pata de contacto 140A, los tornillos 5, las tuercas 6 y la placa de sujeción 141. La pata de terminal T4 sale de la caja 110 a través de una abertura 116.

60 De esta manera, según algunos ejemplos, las bobinas 130, 150 utilizan una lámina metálica o un conductor muy delgado (por ejemplo, desde 0,2 mm hasta 1,5 mm) y muy ancho (por ejemplo, desde 30 mm a 200 mm). Luego, este conductor en forma de lámina se envuelve alrededor de un cilindro de plástico (por ejemplo, el accesorio 124). Entre las vueltas de la lámina se utiliza una fina chapa aislante que proporcionará un aislamiento adecuado entre las vueltas de la bobina (por ejemplo, desde 5 kV hasta 20 kV). Las barras colectoras se conectan a los bobinados interiores y exteriores de la lámina conductora y sobresalen de la caja. Adicionalmente, las barras colectoras se aíslan de la

electricidad con manguitos termocontraíbles aislantes de la electricidad. Los manguitos termocontraíbles pueden evitar los contorneamientos entre las barras colectoras y el resto de las bobinas. Las bobinas se cubren dentro de una caja de plástico y luego se encapsulan con resina epóxica para proporcionar aislamiento eléctrico entre las vueltas de la lámina conductora en los dos extremos axiales de la bobina. Además, el encapsulado evita que la humedad penetre en el interior de la bobina, lo que podría reducir el aislamiento de la bobina o deteriorar las propiedades de aislamiento del aislamiento utilizado. Además, el encapsulado también hará que la bobina sea más estable en caso de que ocurra vibración y también aumentará el aislamiento entre las dos salidas de la bobina.

Según los ejemplos del método, el conjunto de inducción 100 es una bobina bifásica utilizada en un sistema de energía eléctrica de CA bifásica 7, como se ilustra en el diagrama de la Figura 11. La entrada de la línea L1 se conecta al terminal T2 y la salida de la línea L1 se conecta al terminal T1. La entrada de la línea L2 está conectada al terminal T3 y la salida de la línea L2 está conectada al terminal T4. En algunos ejemplos, el sistema de energía de CA tiene un voltaje L1-L2 de unos 650 Vrms y una corriente de carga de aproximadamente 100A. Se pueden proporcionar disyuntores entre los terminales de entrada T2, T3 del conjunto de inducción 100 y la fuente de alimentación. Los terminales de salida T1, T4 de los conjuntos de inducción 100 pueden conectarse a un panel de distribución de energía.

En el caso de una corriente de sobrecarga (di/dt elevada) en una línea, el tubo aislante 129 aislará la barra colector terminal cubierta y de esta manera, evitará el contorneamiento entre la bobina conectada a esa línea y una barra colector terminal de la otra bobina. Por ejemplo, se puede observar en la Figura 3 que la pata de conexión 140B de la barra conectora 140 se extiende a lo largo de la longitud de la bobina 150. Cuando se aplica una corriente de sobrecarga a la bobina 150, el tubo 129 de la barra colector terminal 140 puede evitar el contorneamiento de la bobina 150 a la pata de conexión 140B de la barra colector 140.

El encapsulado 128 (por ejemplo, la resina epóxica) cubre los extremos de las bobinas 130, 150 y, por lo tanto, estabiliza las bobinas 130, 150 y aumenta el aislamiento eléctrico entre las vueltas de la lámina conductora (por ejemplo, la lámina conductora 132) dentro de cada bobina 130, 150. El encapsulado 128 también aumenta el aislamiento eléctrico entre los extremos adyacentes de las dos bobinas 130, 150. El encapsulado 128 aumenta aún más el aislamiento eléctrico entre las bobinas 130, 150 y las barras colectoras 140, 142, 160, 162.

La caja exterior de plástico 110 puede soportar las vibraciones y proporcionar protección ambiental para las bobinas 130, 150. La caja 110 también aumenta el aislamiento eléctrico de las bobinas 130, 150. Los soportes o bases fuertes de montaje 120 y el eje de soporte 122 pueden asegurar que el conjunto de inducción 100 pueda soportar las vibraciones.

Los bujes 126 pueden servir para soportar las tolerancias de fabricación en el conjunto de inducción 100, reduciendo, de esta manera, las vibraciones. Los bujes 126 también pueden servir para amortiguar o absorber las fuerzas (por ejemplo, la vibración) aplicadas al conjunto de inducción 100. Los bujes 126 también pueden servir para resistir y soportar temporalmente la expansión del conjunto de inducción 100 causada por el calentamiento de las bobinas 130, 150.

El encapsulado también puede soportar las tolerancias de fabricación en el conjunto de inducción 100, reduciendo, de esta manera, la vibración.

Dado que se utilizan tornillos 5 u otros sujetadores y placas de sujeción 141 para fijar las barras conectoras 140, 142, 160, 162 a los devanados más interiores y exteriores 136E, 136F, 156E, 156F, no es necesario utilizar una técnica de soldadura, ya que puede fundir la fina lámina conductora de la bobina.

En las Figuras 12-14 se ilustra un conjunto de inducción 200, según otras realizaciones de la invención. El conjunto de inducción 200 está construido de manera similar al conjunto de inducción 100, pero incluye un único conjunto de una sola bobina 231. El conjunto de bobina 231 incluye una bobina 230 y las barras colectoras terminales 240, 242 que corresponden a las descritas para el conjunto de bobina 131, la bobina 130 y las barras colectoras terminales 140, 142 y están construidas de la misma manera que estas. Las barras colectoras terminales 240, 242 tienen las patas terminales T1 y T2 correspondientes a las patas terminales T1 y T2 del conjunto de inducción 100.

Como se ilustra esquemáticamente en la Figura 14, el conjunto de inducción 200 puede conectarse en serie a la tierra protectora (PE, por sus siglas en inglés) de un sistema de energía 9 con un voltaje de 650 Vrms entre sus líneas y una corriente de carga de 100A. El conjunto de inducción 200 puede estar dimensionado para la mitad de las corrientes de línea reales (por ejemplo, aproximadamente 50A) según las normas pertinentes. La salida T1 del conjunto de inducción 200 se conecta a los terminales PE dentro de un panel de distribución.

Según algunos ejemplos, un conjunto de inducción, tal como se describe en el presente documento, tiene una capacidad de corriente de carga específica de alrededor de 100A, puede funcionar en una aplicación normal de baja tensión (LV) (hasta 1000 Vac), es capaz de sostener eventos de sobretensión transitorios muy elevados que podrían desarrollarse a través de sus extremos (en el intervalo de 100 kV), es capaz de cumplir con condiciones de vibración extremas, puede instalarse en entornos exteriores, reduce o minimiza sustancialmente el riesgo de incendio en caso de falla, tiene un espacio de utilización y un tamaño pequeños (por ejemplo, menos de 43 000 cm³), y es relativamente

ligero (por ejemplo, menos de 25 kg).

En las Figuras 15-24 se ilustra un conjunto de inducción de doble bobina 300. El conjunto de inducción 300 está construido de manera similar al conjunto de inducción 100 pero está configurado de manera tal que las patas terminales T1, T2 se extiendan desde un extremo axial 302A del conjunto de inducción 300, y las patas terminales T3, T4 se extiendan desde el extremo axial opuesto 302B del conjunto de inducción 300.

El conjunto de inducción 300 incluye un conjunto de caja 310, un par de bases de apoyo separadas axialmente 320, un eje de apoyo 322, un accesorio aislante de la electricidad 324, un par de bujes 326, un encapsulado 328, manguitos o tubos de aislamiento 329, un primer conjunto de bobina 331 y un segundo conjunto de bobina 351 correspondiente a los componentes 110, 120, 122, 124, 126, 128, 129, 131 y 151, respectivamente, excepto como se muestra y se analiza.

El conjunto de la caja 310 incluye un par de revestimientos en forma de copa, cilíndricos y opuestos axialmente 314 y un par de placas terminales opuestas axialmente 312A y 312B. Cada revestimiento 314 define una cámara 318 para contener uno de los conjuntos respectivos 331, 351 y el encapsulado 328. Dos aberturas terminales 316 se definen en cada placa de extremo 312 y se comunican con la cámara adyacente 318. Un buje de separación aislante de la electricidad 315 se interpone entre los extremos interiores adyacentes de los revestimientos 314. El buje de separación 315 puede estar formado por un material como el descrito anteriormente para los bujes 126.

Los conjuntos de bobinas 331, 351 están contruidos de la misma manera que los conjuntos de bobinas 131, 151, excepto en la configuración de sus barras colectoras terminales 340, 342, 360, 362. Con respecto a la Figura 21, la barra colector terminal 340 está conectada al devanado más interno 336E de la bobina 330 y tiene una pata terminal T1 que se extiende a través de una abertura 316 en la placa de extremo 312A. Con respecto a la Figura 22, la barra colector terminal 342 está conectada al devanado más exterior 336F de la bobina 330 y tiene una pata terminal T2 que se extiende a través de la otra abertura 316 en la placa de extremo 312A. La barra colector terminal 360 está conectada al devanado más interno de la bobina 350 y tiene una pata terminal T3 que se extiende a través de una abertura 316 en la placa de extremo 312B. La barra colector terminal 362 está conectada al devanado más externo de la bobina 350 y tiene una pata terminal T4 que se extiende a través de la otra abertura 316 en la placa de extremo 312B. Cada pata terminal T1, T2, T3, T4 está cubierta por un tubo aislante 329 que se extiende a través de la abertura respectiva 316. Cada pata terminal T1, T2, T3, T4 puede estar cubierta además por un tubo aislante interior 327 dentro del tubo aislante 329. El tubo aislante 327 puede estar formado del mismo material que el descrito para el tubo aislante 129.

En las Figuras 19-23 se muestra el conjunto de bobina 331 más detalladamente. El conjunto de bobina 351 está construido de la misma manera que el conjunto de bobina 331. Tal como se puede observar en las Figuras 19-23, la bobina 330 incluye una lámina 332, una chapa aislante 334, placas de sujeción 341 y sujetadores 5, 6 correspondientes a, y ensamblados de la misma manera que los componentes 132, 134, 141, 5 y 6, respectivamente, del conjunto de bobina 131. El extremo del devanado más interno 336E de la lámina 332 está fijado mecánicamente en contacto eléctrico con la barra colector terminal 340 mediante una placa de sujeción 341A y los sujetadores 5, 6. La barra colector 340, la placa de sujeción 341A y el devanado 336E pueden recibirse en una ranura en el accesorio 324 como se ilustra. El extremo del devanado más exterior 336F de la lámina 332 está fijado mecánicamente en contacto eléctrico con la barra colector terminal 342 mediante una placa de sujeción 341 y los sujetadores 5, 6.

Como se puede observar en la Figura 16, el conjunto de inducción de doble bobina 300 tiene un eje longitudinal L-L, la bobina 330 tiene un eje de bobina A-A, y la bobina 350 tiene un eje de bobina B-B. Los ejes de la bobina A-A, B-B son sustancialmente paralelos con el eje L-L y, en algunos ejemplos, sustancialmente coaxiales con este. En algunos ejemplos, los ejes de la bobina A-A, B-B son sustancialmente paralelos entre sí. Las patas terminales T1, T2, T3, T4 se extienden o proyectan axialmente desde un extremo 302A, 302B del conjunto de inducción 300 en una dirección a lo largo del eje L-L. En algunos ejemplos, las patas terminales T1, T2, T3, T4 se extienden cada una a lo largo de un eje que es sustancialmente paralelo al eje L-L.

De esta manera, el terminal de entrada T1 y el terminal de salida T2 de la bobina 330 se extienden desde el mismo extremo opuesto 302A de la unidad 300. El terminal de entrada T3 y el terminal de salida T4 de la bobina 350 se extienden desde el mismo extremo opuesto 302B de la unidad 300. Esta construcción puede permitir que las bobinas 330, 350 estén mejor aisladas una de la otra porque no hay una barra colector terminal de una bobina 330, 350 que se extienda a través de la otra bobina 330, 350.

Las Figuras 24 y 26 muestran un sistema de inducción de unidades múltiples 301 según una realización de la invención. La configuración terminal del conjunto de inducción 300 también permite el conjunto de un sistema de inducción de unidades múltiples 301 como se muestra en las Figuras 24 y 26, por ejemplo. El sistema 301 incluye una multiplicidad (como se muestra, cuatro) de conjuntos de inducción de bobina dual 300A-D (cada uno construido como se describe para el conjunto 300) en una disposición relativamente compacta de lado a lado. Las bobinas de inducción 330 de los conjuntos de inducción 300A-D se conectan a la línea L1 y entre sí, en serie, mediante la conexión de los conductores 7 (por ejemplo, cables metálicos). Las bobinas de inducción 350 de los conjuntos de inducción 300A-D se conectan a la línea L2 y entre sí, en serie, mediante la conexión de los conductores 7 (por ejemplo, cables

metálicos).

5 En el sistema 301, los ejes longitudinales L-L de los conjuntos de inducción 300A-D se extienden de forma no coaxial entre sí. Es decir, los respectivos ejes longitudinales L-L de los conjuntos de inducción 300A-D se extienden (como se muestra) sustancialmente paralelos entre sí, pero desplazados lateralmente uno del otro, o pueden extenderse transversalmente uno del otro.

10 La configuración del sistema 301 evita una configuración coaxial de los conjuntos de inducción 100A-D, como se muestra en el sistema de inducción 101 de la Figura 25, por ejemplo, en donde un poste metálico central común 122' soporta cada una de las bobinas 130, 150 de los múltiples conjuntos de inducción 100A-D. En el sistema 101, el voltaje dieléctrico de resistencia del sistema 101 puede estar limitado por la distancia D1 entre cada terminal T1, T2, T3, T4 y la base adyacente 120. En el caso de rayos o de otro evento de sobretensión, el voltaje inducido en los terminales de la bobina debido a la di/dt elevada resultará en una sobrecarga; como resultado, la corriente puede contornearse desde un terminal T1- T4 hacia la base adyacente 120, y desde la base 120, la corriente puede conducirse a través del poste metálico central 122' hacia el lado de alto voltaje HV del circuito, por lo que se produce un cortocircuito alrededor de las bobinas 130, 150 de los conjuntos de inducción corriente abajo 100A-D. Es decir, se reduce el voltaje dieléctrico general de resistencia del sistema 101 porque el potencial de voltaje entre los extremos LV, HV del circuito son puenteados por el poste metálico central 122'.

20 Por el contrario, y en referencia a la Figura 26, en el sistema 301, la corriente de una sobrecarga debido a un rayo u otro evento de sobrecarga, puede todavía existir contorneamiento, debido a la tensión de impulso por el rayo inducida por la di/di elevada, desde un terminal T1, T2, T3, T4 a la base adyacente 320 a través de una distancia D2. Sin embargo, para que la corriente se conduzca al siguiente conjunto de inducción 300B-D, la corriente debe contornearse a una distancia D3 desde la base 320 del primer conjunto de inducción 300A hasta la base 320 del conjunto de inducción 300B. Las distancias entre las bases 320 de los conjuntos de inducción adyacentes 300A-D pueden elegirse para proporcionar un mayor y suficiente voltaje dieléctrico de resistencia entre los conjuntos de inducción 300A-D y para el sistema 301 en general. De esta manera, se logra una alta cantidad de aislamiento eléctrico entre los conjuntos de inducción 300A-D. Como resultado, se mantiene la sobretensión general de impulso del rayo del sistema 301 en su conjunto, desde el lado LV al lado HV. Por ejemplo, si el voltaje de ruptura del impulso del rayo de cada conjunto de inducción 300A-D es 100 kV, entonces el voltaje de ruptura total del impulso del rayo del sistema 301 será de 400 kV. Esto se puede lograr mientras se mantiene un eje de soporte metálico conductor de electricidad 322 en cada conjunto de inducción 300A-D. Puede ser deseable un eje de soporte metálico 322 para proporcionar una mayor fuerza, conductividad térmica, resistencia a los daños térmicos (por ejemplo, fusión), y facilidad y flexibilidad en la fabricación.

35 El buje de separación 315 puede aislar eléctricamente los conjuntos de bobinas 331, 351 entre sí. El buje de separación 315 puede servir para soportar las tolerancias de fabricación en el conjunto de inducción 300, reduciendo, de esta manera, la vibración. El buje de separación 315 también pueden servir para amortiguar o absorber las fuerzas (por ejemplo, la vibración) aplicadas al conjunto de inducción 300. El buje de separación 315 también puede servir para resistir y soportar temporalmente la expansión del conjunto de inducción 300 causada por el calentamiento de las bobinas 330, 350.

40 Las Figuras 27-28 muestran un conjunto de inducción 400 útil para ilustrar algunos detalles de la invención. El conjunto de inducción 400 está construido de manera similar al conjunto de inducción 300, pero incluye un único conjunto de una sola bobina 431. El conjunto de bobina 431 incluye una bobina 430 y las barras colectoras terminales 440, 442 que corresponden a las descritas para el conjunto de bobina 131, la bobina 130 y las barras colectoras terminales 140, 142 y están construidas de la misma manera que estas. Las barras colectoras terminales 440, 442 tienen las patas terminales T1 y T2 correspondientes a las patas terminales T1 y T2 del conjunto de inducción 300.

50 El conjunto de inducción 400 tiene un eje longitudinal L-L y la bobina 430 tiene un eje de bobina A-A. El eje de la bobina A-A es sustancialmente paralelo al eje L-L y, en algunas realizaciones, sustancialmente coaxial a este. Cada una de las patas terminales T1, T2 se extienden o proyectan axialmente desde el extremo 410A del conjunto de inducción 400 en una dirección a lo largo del eje L-L. En algunas realizaciones, las patas terminales T1, T2 se extienden cada una a lo largo de un eje que es sustancialmente paralelo al eje L-L. De esta manera, el terminal de entrada T1 y el terminal de salida T2 de la bobina 430 se extienden desde el mismo extremo 402B de la unidad 400, como se ha explicado anteriormente con respecto al conjunto de inducción 300.

55 Según una realización de la invención, una multiplicidad de los conjuntos de inducción 400 se ensamblan en un sistema de inducción de unidades múltiples 401, como se muestra en la Figura 29. El sistema 401 incluye una multiplicidad (como se muestra, cuatro) de conjuntos de inducción 400A-D (cada uno construido como se describe para el conjunto 400) en una disposición relativamente compacta de lado a lado. Las bobinas de inducción 430 de los conjuntos de inducción 400A-D se conectan a la línea L1 y entre sí, en serie, mediante la conexión de los conductores 7 (por ejemplo, cables metálicos).

65 En el sistema 401, los ejes longitudinales L-L de los conjuntos de inducción 400A-D se extienden de forma no coaxial entre sí. Es decir, los respectivos ejes longitudinales L-L de los conjuntos de inducción 400A-D se extienden (como se

muestra) sustancialmente paralelos entre sí, pero desplazados lateralmente uno del otro, o pueden extenderse transversalmente uno del otro. Esta configuración puede, por lo tanto, proporcionar las ventajas mencionadas anteriormente con respecto al conjunto de inducción 300.

- 5 Con respecto a las Figuras 30-34, se ilustra un conjunto de inducción 531 tal como se utiliza en la presente invención. El conjunto de bobina 531 puede utilizarse en lugar de cualquiera de los conjuntos de bobina 131, 151, 231, 331, 351, 431. El conjunto de bobina 531 está construido de la misma manera que el conjunto de bobina 331 y funciona de la misma manera que este, a excepción de lo siguiente.
- 10 El conjunto de bobina 531 incluye una bobina 530 que difiere de la bobina 330 como se explica a continuación. El conjunto de bobina 531 también incluye barras colectoras terminales 540, 542, placas de sujeción 341, y sujetadores 5, 6 correspondientes a los componentes, 340, 342, 341, 5 y 6, respectivamente, del conjunto de la bobina 331 y ensamblados de la misma manera que estos.
- 15 La bobina 530 incluye una primera lámina 532 y una chapa aislante 534 que corresponden a la lámina 332 y a la chapa aislante 334. La bobina 530 incluye además un segundo conductor o lámina 533. La primera y segunda láminas 532, 533 forman en conjunto un conductor eléctrico multicapa 537. Las láminas 532, 533 pueden estar formadas por los mismos materiales y con las mismas dimensiones que se han descrito anteriormente para la lámina 132.
- 20 La primera lámina 532, la segunda lámina 533 y la chapa aislante 534, se co-enrollan en espiral o se envuelven alrededor del eje de la bobina A-A para formar los devanados 536 con la segunda lámina 533 interpuesta o intercalada entre la primera lámina 532 y la chapa aislante 534. Los devanados 536 se extienden progresivamente desde un devanado más interior 536E del conductor multicapa 537 (es decir, las láminas conductoras 532, 533) hasta un devanado más exterior 536F del conductor multicapa 537 (es decir, las láminas conductoras 532, 533) en el diámetro exterior de la bobina 530. Cada devanado 536 se superpone o apila radialmente al devanado anterior 536 o se envuelve radialmente alrededor de este. Las láminas 532, 533 pueden enrollarse de manera ajustada para enfrentar el contacto eléctrico entre estas.
- 25 Cada una de las láminas conductoras 532, 533 tienen bordes laterales opuestos que están separados axialmente a lo largo del eje de la bobina A-A y se extienden sustancialmente paralelos entre sí. Las láminas conductoras 532, 533 están enrolladas en espiral de tal manera que cada borde lateral permanece sustancialmente en un único plano lateral o próximo a este (es decir, correspondientes a los planos E-E de la Figura 7) a lo largo de la bobina 530 desde el devanado 536E hasta el devanado 536F. Es decir, el conductor multicapa 537 y las láminas conductoras 532, 533 se mantienen alineados entre sí y están enrolladas en espiral, no helicoidalmente. En algunas realizaciones, las láminas conductoras 532, 533 son sustancialmente coextensibles.
- 30 El extremo del devanado más interno 536E del conductor multicapa (es decir, los extremos de la lámina 532 y de la lámina 533) está fijado mecánicamente en contacto eléctrico con la barra colectora terminal 540 mediante la placa de sujeción 541A y los sujetadores 5, 6. La barra colectora 540, la placa de sujeción 541A y el devanado 536E pueden recibirse en una ranura en el accesorio 524 como se ilustra. El extremo del devanado más exterior 536F del conductor multicapa (es decir, los extremos de la lámina 532 y de la lámina 533) está fijado mecánicamente en contacto eléctrico con la barra colectora terminal 542 mediante la placa de sujeción 541 y los sujetadores 5, 6.
- 35 El conductor multicapa 537 tiene un área de sección transversal mayor en comparación con la lámina 132 y, por lo tanto, proporciona menos resistencia eléctrica para un conductor de la misma longitud. Como resultado, la bobina 530 (y por lo tanto un conjunto de inducción que incorpora el conjunto de la bobina 531) puede ser clasificada para un mayor amperaje y potencia.
- 40 Por ejemplo, el conjunto de inducción bifásico 300 puede estar clasificado para 100A por cada línea L1, L2 (con las corrientes de carga a través de L1 y L2). El conjunto de inducción de PE 400 puede estar clasificado para 50A (es decir, la mitad de la capacidad del inductor de línea). En ese caso, las bobinas de los conjuntos de inducción 300, 400 utilizan, cada una, una lámina de un solo conductor.
- 45 Las láminas conductoras paralelas y superpuestas 532, 533 del conductor multicapa 537 duplican el área transversal del conductor de la bobina, en comparación con los conductores de láminas simples de los conjuntos de inducción 300, 400. Como resultado, el conjunto de inducción bifásico que incorpora el conjunto de bobina 531 puede clasificarse para 150A para cada línea L1, L2, y el conjunto de inducción de PE que incorpora el conjunto de bobina 531 puede clasificarse para 75A.
- 50 En algunas realizaciones, la lámina 532, la lámina 533 y la chapa aislante 534 no están unidas entre sí a lo largo de sus longitudes antes de enrollarse en la bobina. Es decir, las láminas 532, 533 y la chapa 534 están co-enrolladas de manera holgada y no se unen o laminan entre sí hasta después de la formación de la bobina 530. En algunas realizaciones, las láminas 532, 533 y la chapa aislante 534 no están unidas entre sí en la bobina terminada 130, excepto por el encapsulado 528 en los extremos de la bobina 530. En este caso, las capas 532, 533, 534 no están unidas entre sí a lo largo de sus respectivos anchos. En algunas realizaciones, las láminas 532, 533 y la chapa 534 están fuertemente enrolladas de manera que los espacios de aire entre los devanados de las láminas conductoras
- 55
- 60
- 65

532, 533 se reducen al mínimo o se eliminan.

5 El conductor multicapa 537 ofrece ventajas sobre el uso de una única lámina más gruesa para el conductor de bobina (por ejemplo, dos láminas 522, 533 de 0,8 mm, en lugar de una única lámina 132 de 1,6 mm) porque una única lámina más gruesa puede resultar demasiado gruesa para hacer los giros de manera eficiente (es decir, sin crear espacios entre los giros de la bobina, etc.) El diámetro exterior de la bobina 530 puede ser modestamente aumentado en comparación con el diámetro de la bobina 130, mientras se mantiene la misma longitud de la bobina. Por otra parte, si se aumentara la sección transversal del conductor utilizando la misma lámina con espesor 132 (por ejemplo, 0,8 mm) pero duplicando el ancho de la lámina 132, entonces el espacio de utilización de la bobina sería sustancialmente
10 doble en longitud, lo que puede requerir que el conjunto de inducción tenga un espacio de utilización no deseable.

15 Lo que antecede ilustra la presente invención y no debe ser interpretado como limitante de esta. Si bien solamente se han descrito unos pocos ejemplos de realizaciones de la presente invención, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones en las realizaciones ilustrativas sin apartarse materialmente de las enseñanzas y ventajas de esta invención. En consecuencia, se pretende que todas estas modificaciones se incluyan dentro del alcance de esta invención como se define en las reivindicaciones. La invención está definida por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de inducción de unidades múltiples (301, 401) que comprende:

5 un primer conjunto de inducción (300A, 400A) que incluye:

una primera bobina (530) que incluye:

10 una primera lámina metálica (532) enrollada en espiral;
una segunda lámina metálica (533) co-enrollada en espiral en contacto eléctrico cara a cara con la primera lámina metálica (532) para formar un conductor multicapa (537); y
una chapa de aislamiento eléctrico (534) co-enrollada en espiral con la primera y segunda láminas metálicas; y

15 un segundo conjunto de inducción (300B, 400B) que incluye:

una segunda bobina que incluye:

20 una tercera lámina metálica enrollada en espiral;
una cuarta lámina metálica co-enrollada en espiral en contacto eléctrico cara a cara con la tercera lámina metálica para formar un segundo conductor multicapa; y
una segunda chapa de aislamiento eléctrico co-enrollada en espiral con la tercera y cuarta láminas metálicas;

25 en donde la primera bobina está conectada eléctricamente a la segunda bobina; y
caracterizado por que:

30 la primera bobina (530) tiene un primer eje longitudinal de bobina (A-A);
la segunda bobina tiene un segundo eje longitudinal de bobina;
cada uno de los conjuntos de inducción primero y segundo incluye:

35 una primera barra colectora terminal (540) conectada a su bobina y que sobresale hacia afuera desde un extremo axial del conjunto de inducción; y
una segunda barra colectora terminal (542) conectada a su bobina y que sobresale hacia afuera desde el extremo axial del conjunto de inducción;

40 en el que los conjuntos de inducción primero y segundo están colocados uno al lado del otro y la primera barra colectora terminal del segundo conjunto de inducción está conectada eléctricamente a la segunda barra colectora terminal del primer conjunto de inducción.

2. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 1, que incluye un cable metálico que conecta eléctricamente la primera barra colectora terminal del segundo conjunto de inducción a la segunda barra colectora terminal del primer conjunto de inducción.

45 3. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 1, en el que los ejes longitudinales de las bobinas primera y segunda son sustancialmente paralelos.

50 4. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 1, que incluye un tercer conjunto de inducción (300C, 400C) que incluye una tercera bobina, en el que la segunda bobina está conectada eléctricamente a la tercera bobina.

5. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 4, en el que:

55 la tercera bobina tiene un tercer eje longitudinal de bobina;
el tercer conjunto de inducción (300C, 400C) incluye:

60 una primera barra colectora terminal conectada a su bobina y que sobresale hacia afuera desde un extremo axial del tercer conjunto de inducción; y
una segunda barra colectora terminal conectada a su bobina y que sobresale hacia afuera desde el extremo axial del tercer conjunto de inducción;

65 en el que los conjuntos de inducción segundo y tercero están colocados uno al lado del otro y la primera barra colectora terminal del tercer conjunto de inducción está conectada eléctricamente a la segunda barra colectora terminal del segundo conjunto de inducción.

6. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 1, en el que:

- 5 la primera bobina tiene un eje longitudinal de bobina (A-A) y un espesor radial de bobina (CT);
la primera y segunda lámina metálica (532, 533) tienen cada una de ellas un ancho de lámina (MW) que se
extiende sustancialmente paralelo al eje de la bobina; y
los anchos de lámina (MW) son mayores que el espesor de la bobina.
- 10 7. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 6, en el que la primera y segunda láminas
metálicas (532, 533) tienen cada una un espesor de lámina (MT) en el intervalo de aproximadamente 0,5 mm a 1 mm.
8. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 6, en el que la relación entre el ancho de la
lámina (MW) y el espesor de la lámina (MT) de cada una de las primera y segunda láminas metálicas (532, 533) se
encuentra en el intervalo de aproximadamente 170 a 500.
- 15 9. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 1, en el que la chapa de aislamiento eléctrico
(534) tiene un espesor en el intervalo de aproximadamente 0,05 a 1 mm.
- 20 10. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 1, en el que la primera bobina tiene un perfil
exterior sustancialmente cilíndrico.
11. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 1, que incluye una resina epóxica (128)
eléctricamente aislante que rodea y se acopla a la primera bobina.
- 25 12. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 11, en el que:
el primer conjunto de inducción incluye además una tercera bobina; y
la resina epóxica rodea y se acopla a la tercera bobina, y se interpone entre la primera y la tercera bobinas.
- 30 13. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 1, en el que el primer conjunto de inducción
incluye una caja (110) que define una cámara cerrada (118), en el que la primera bobina está dispuesta en la cámara.
14. El sistema de inducción de unidades múltiples de la reivindicación 1, en el que
35 la primera bobina (500) tiene un eje longitudinal de bobina (A-A);
la bobina tiene un devanado más interior (536E) del conductor multicapa (537) y un devanado más exterior
(536F) del conductor multicapa (537);
el primer conjunto de inducción incluye una primera barra colectora terminal (540) conectada al devanado más
interior y que sobresale hacia afuera desde un extremo axial del primer conjunto de inducción; y
40 el primer conjunto de inducción incluye una segunda barra colectora terminal (542) conectada al devanado más
exterior y que sobresale hacia afuera desde el extremo axial del primer conjunto de inducción.

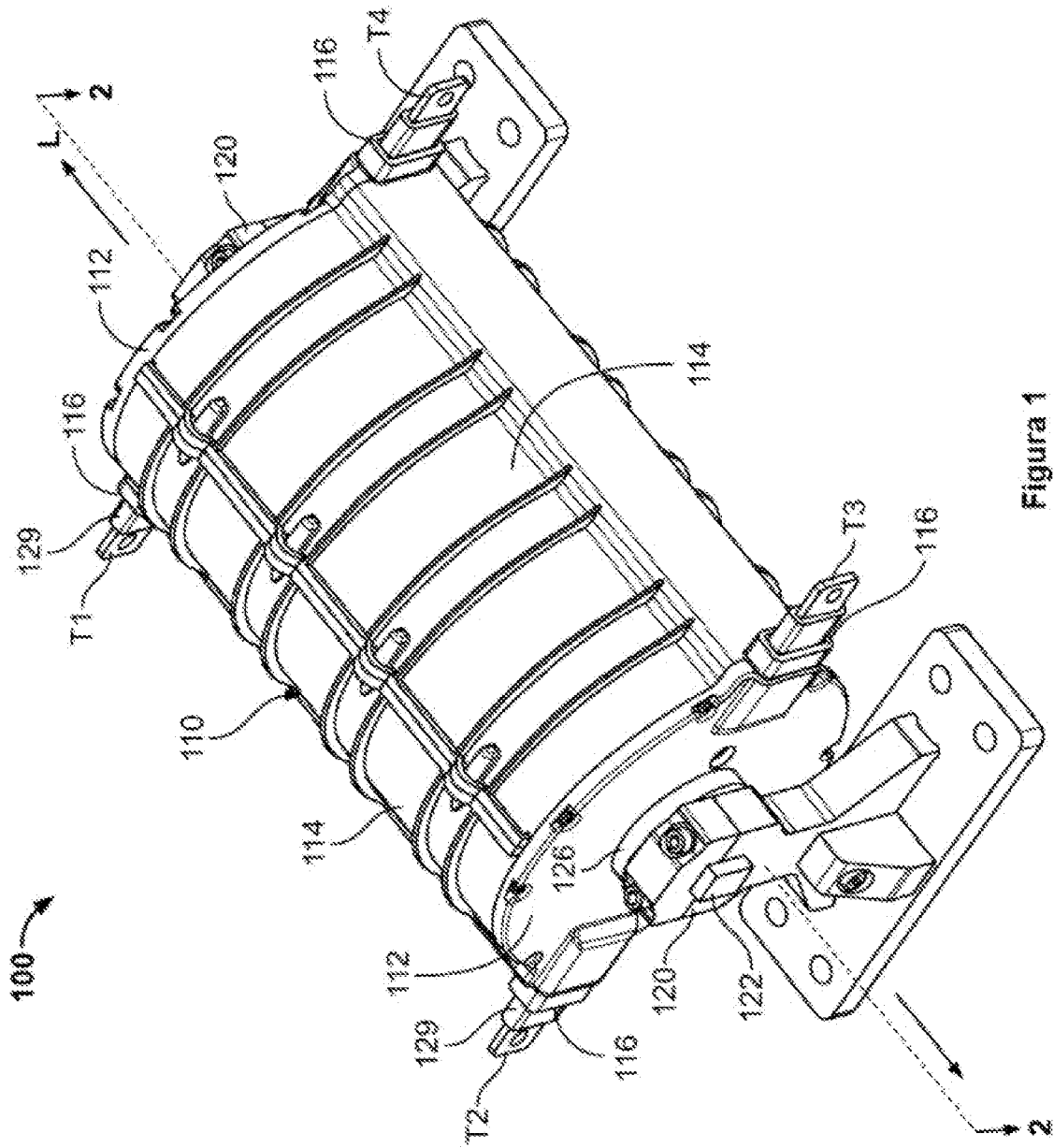


Figure 1

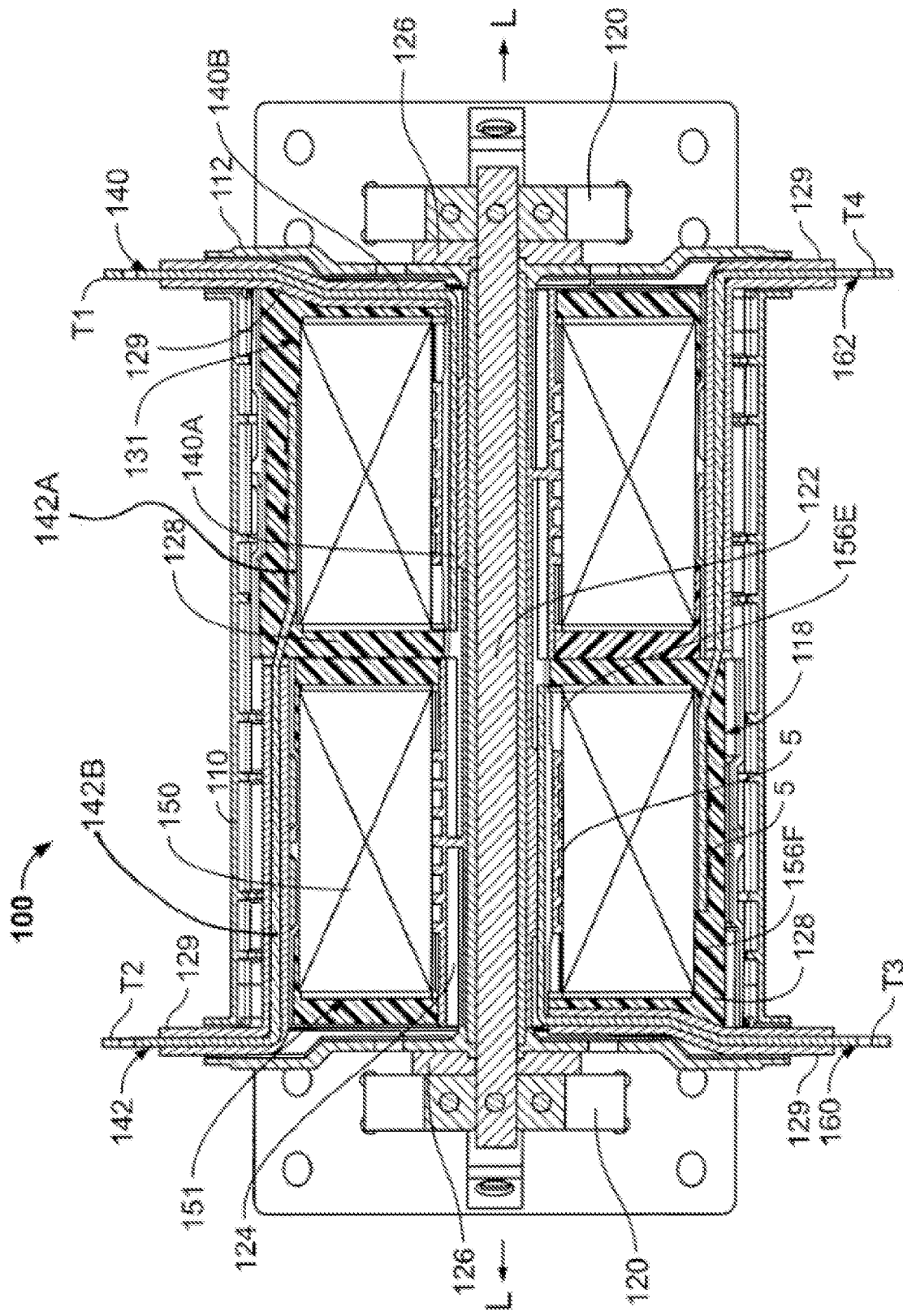


Figura 2

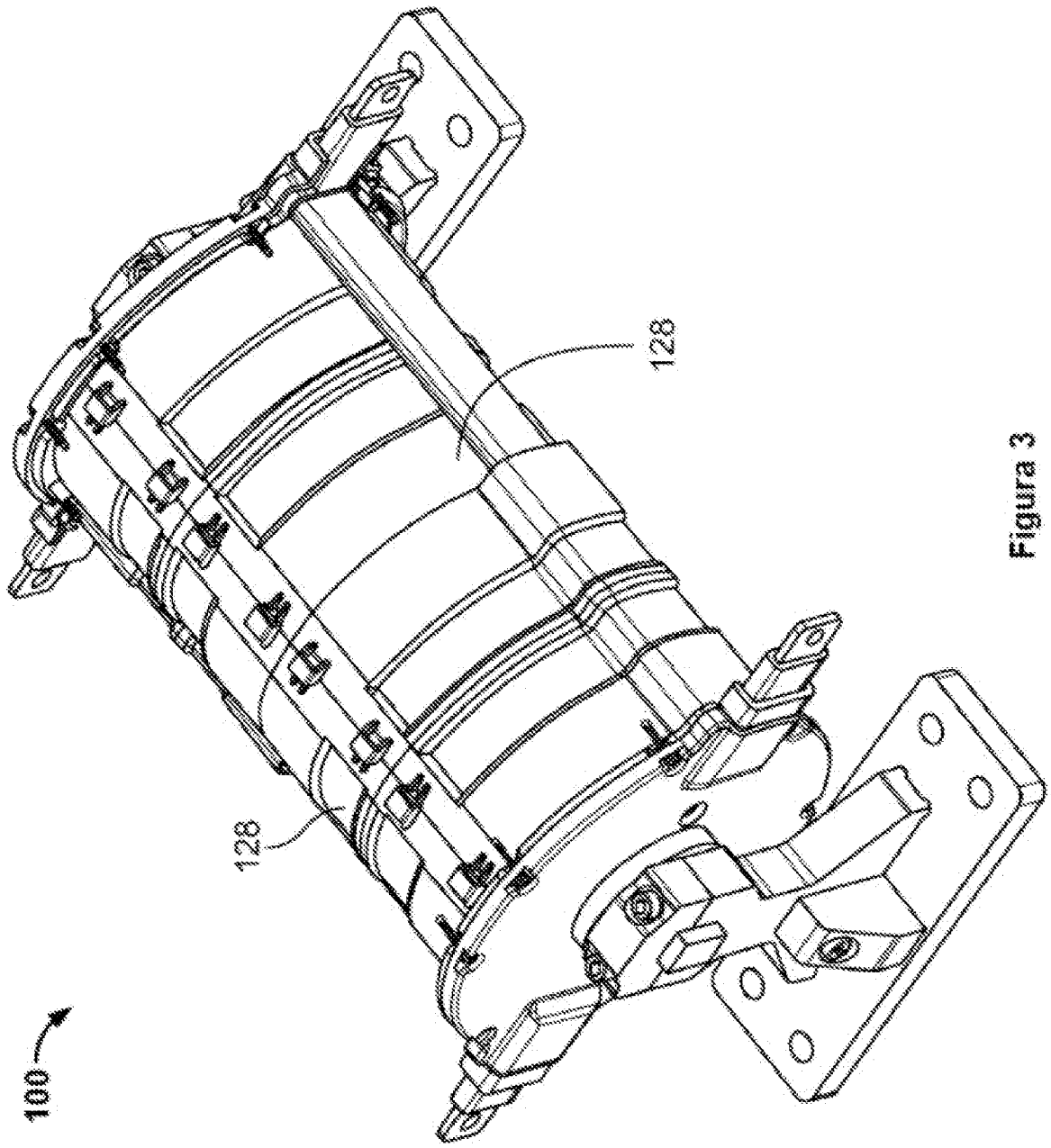


Figura 3

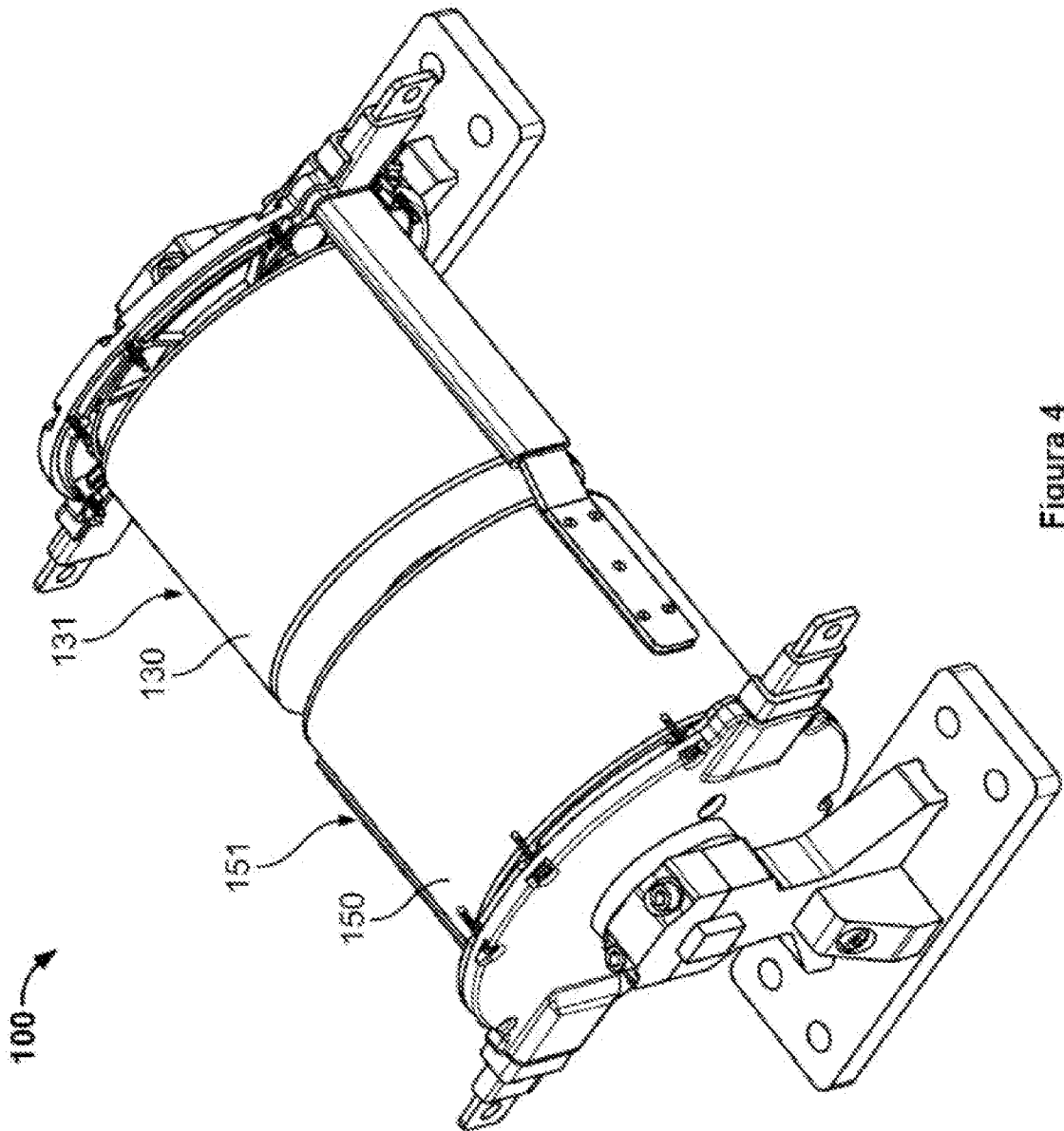


Figura 4

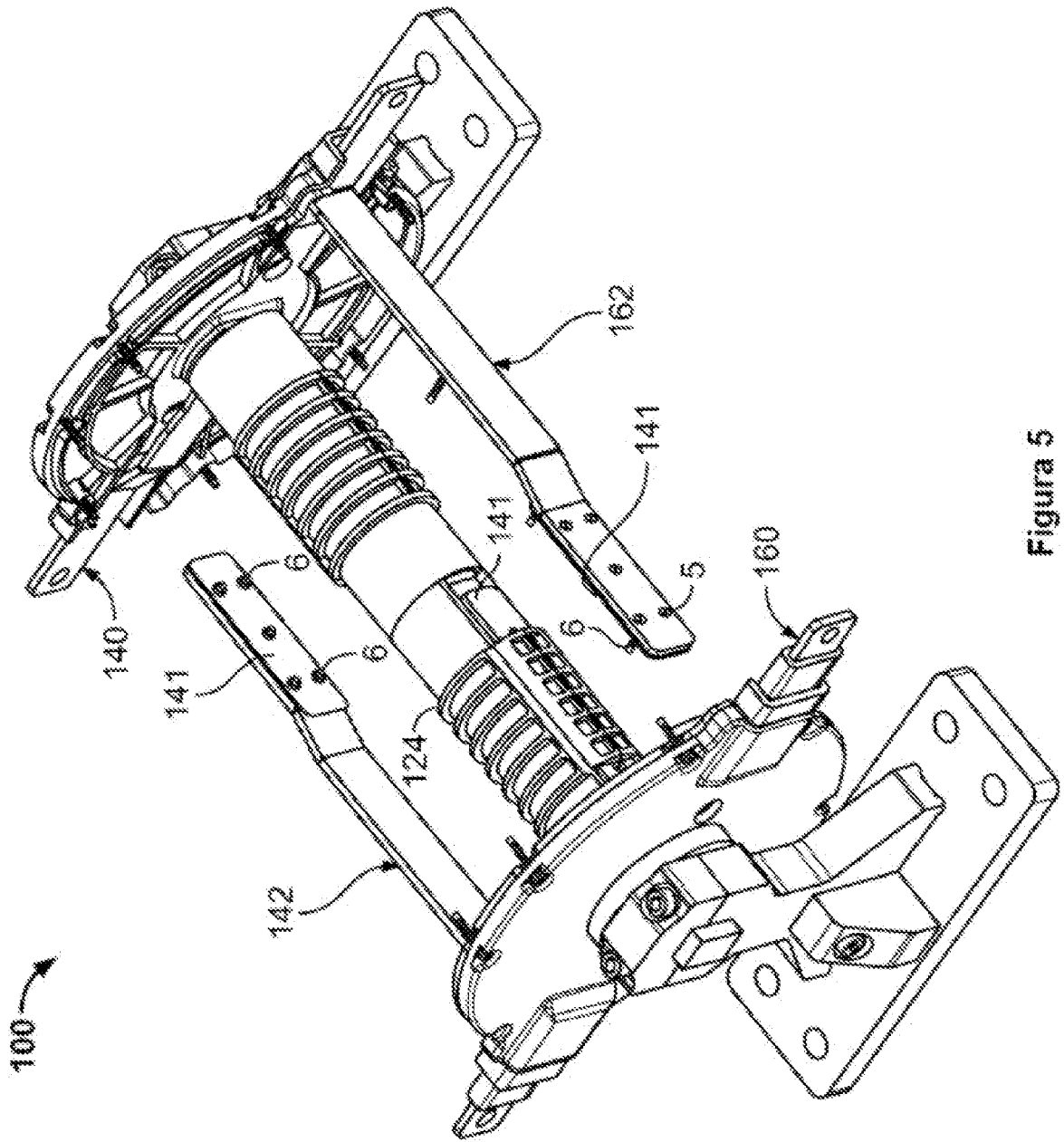


Figura 5

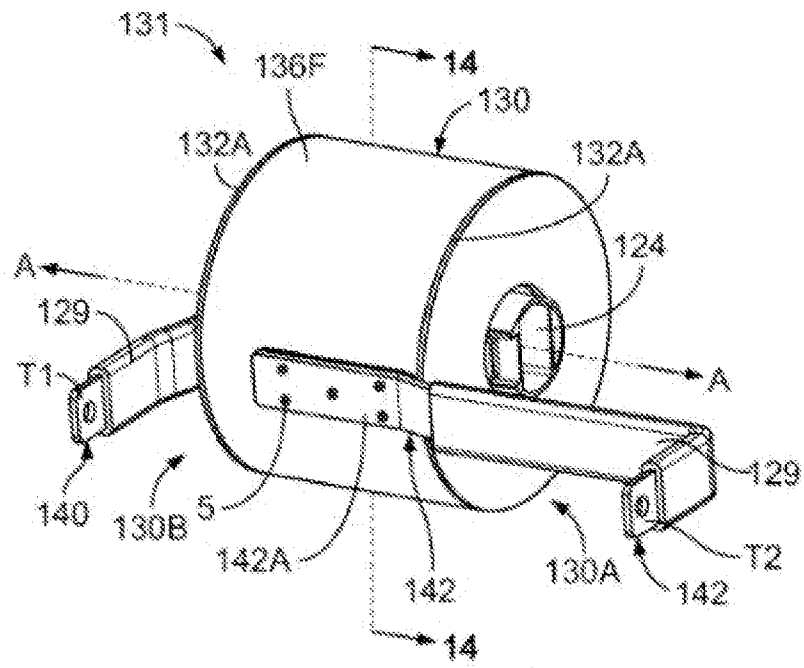


Figura 6

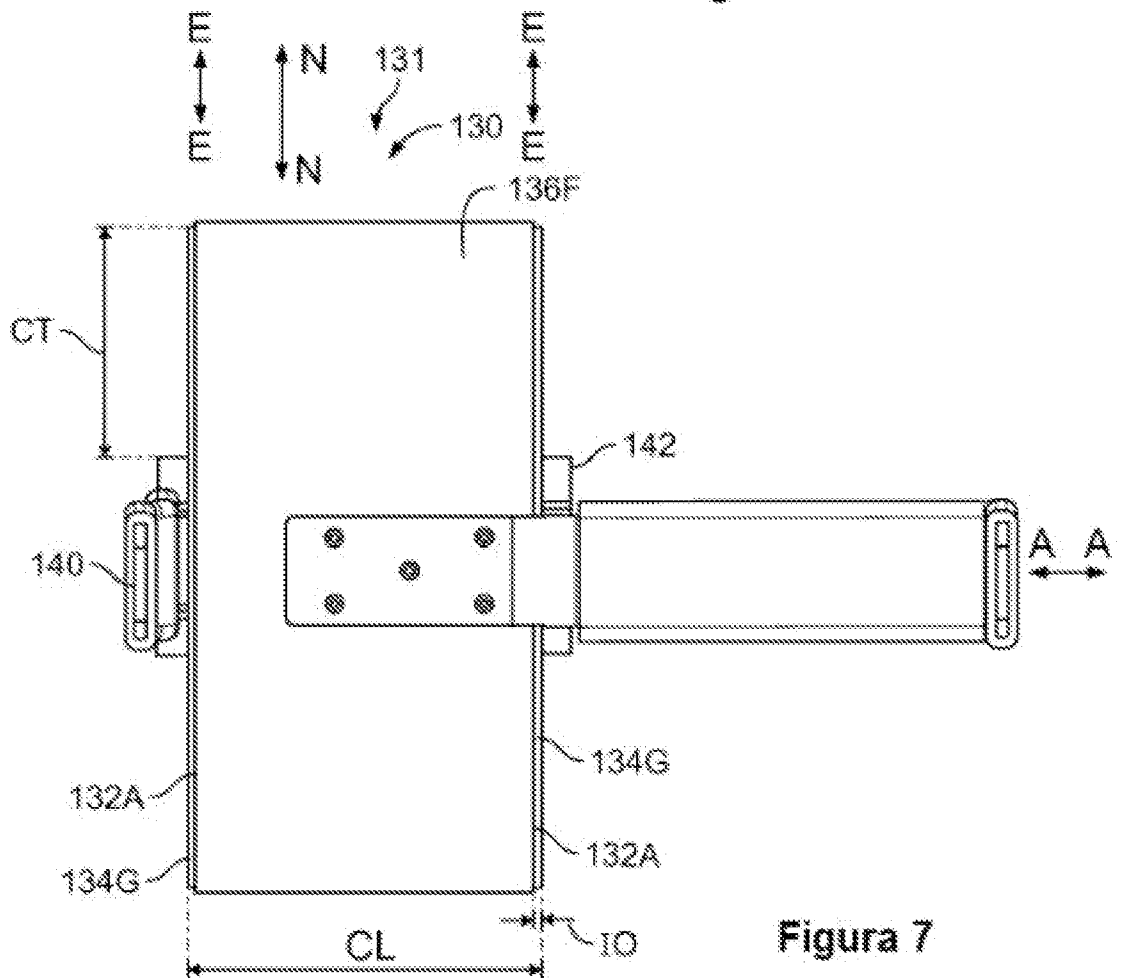


Figura 7

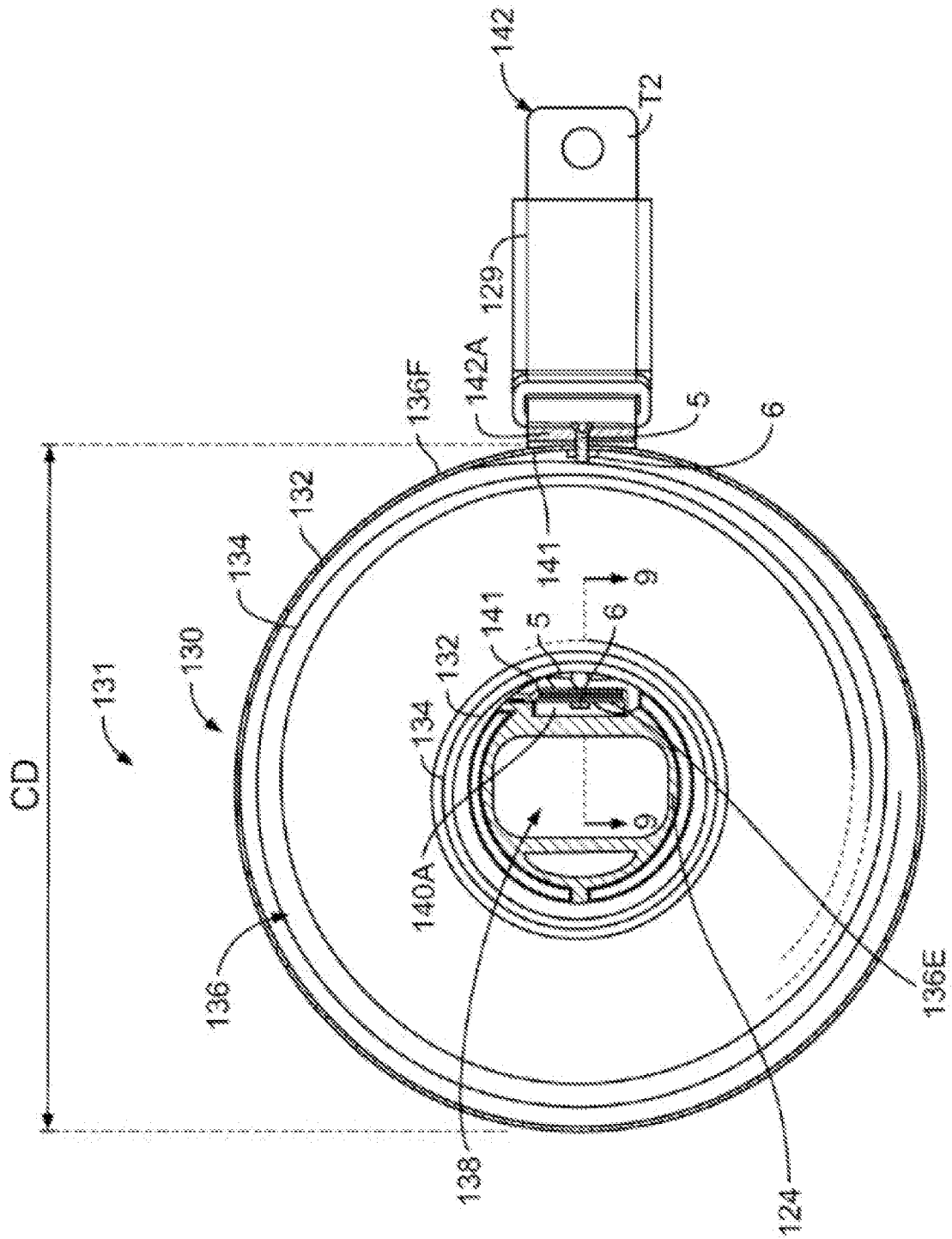


Figura 8

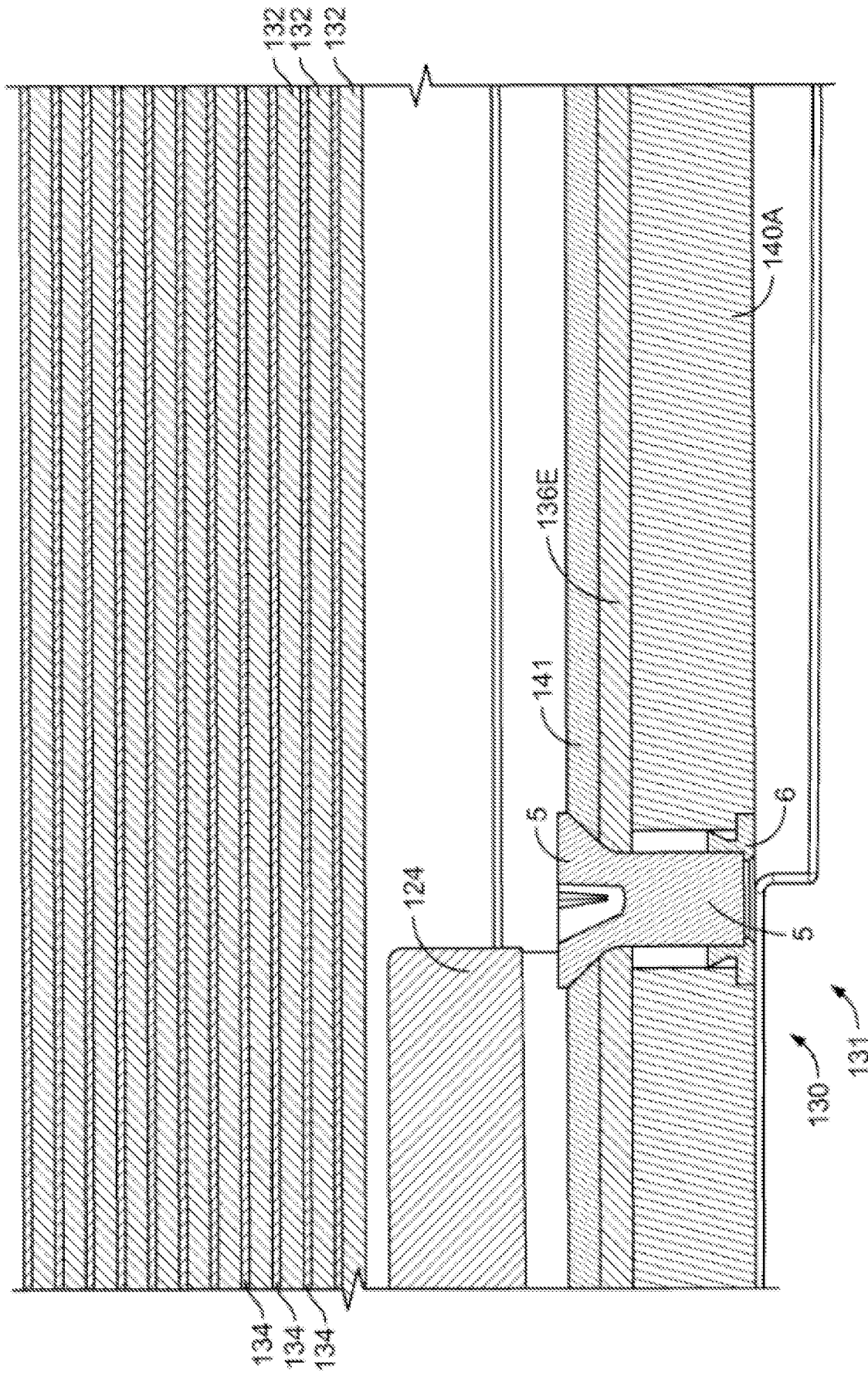


Figura 9

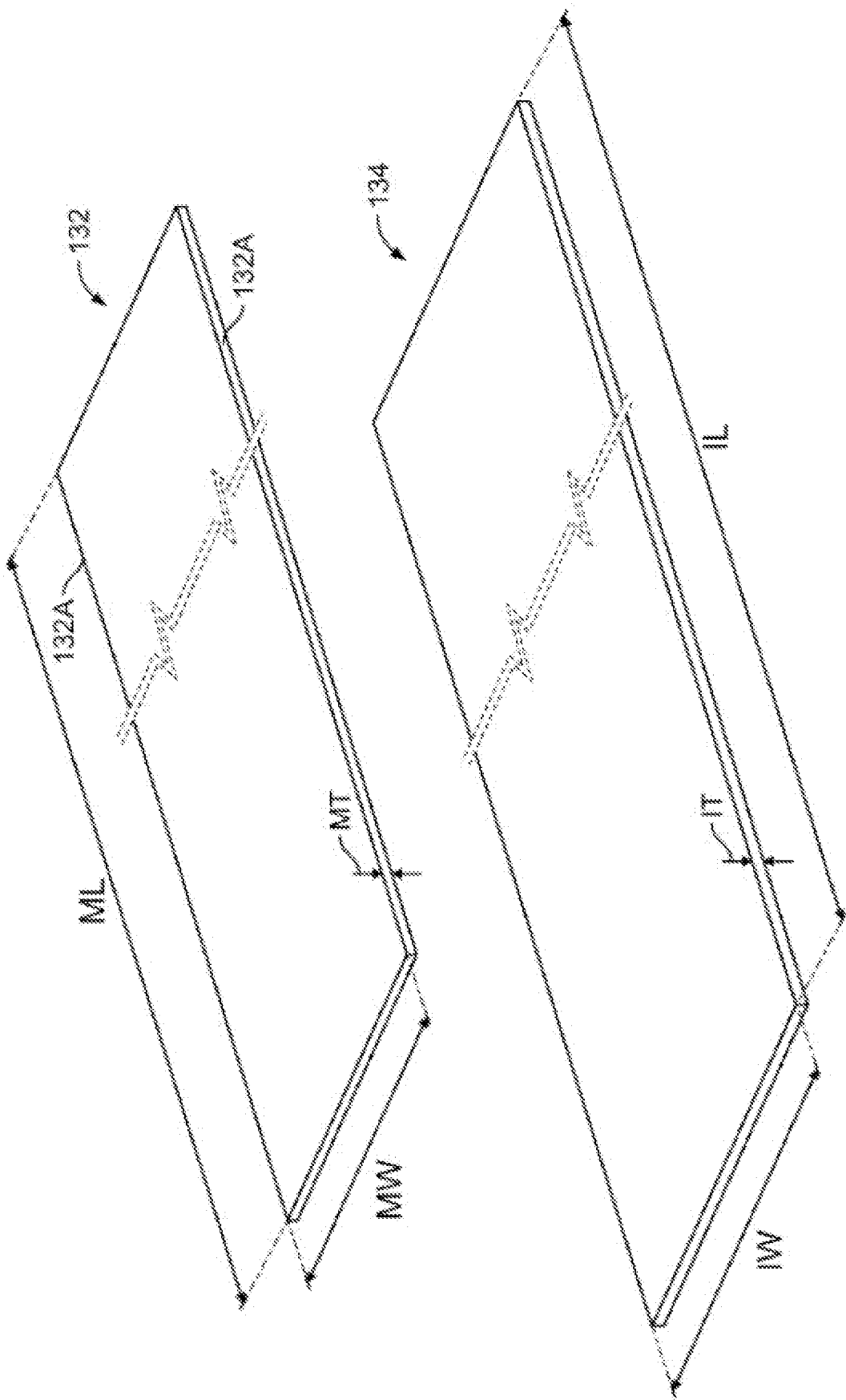


Figure 10

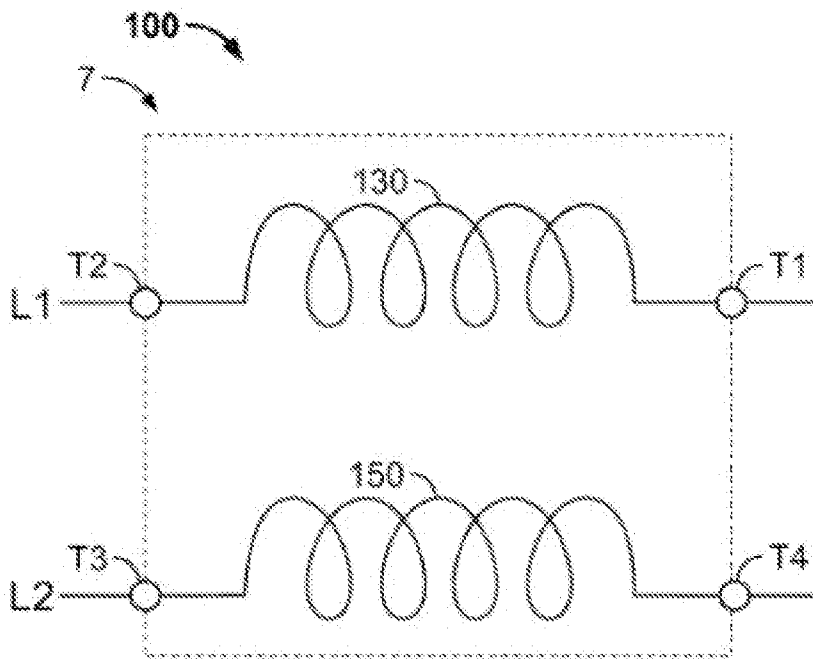


Figura 11

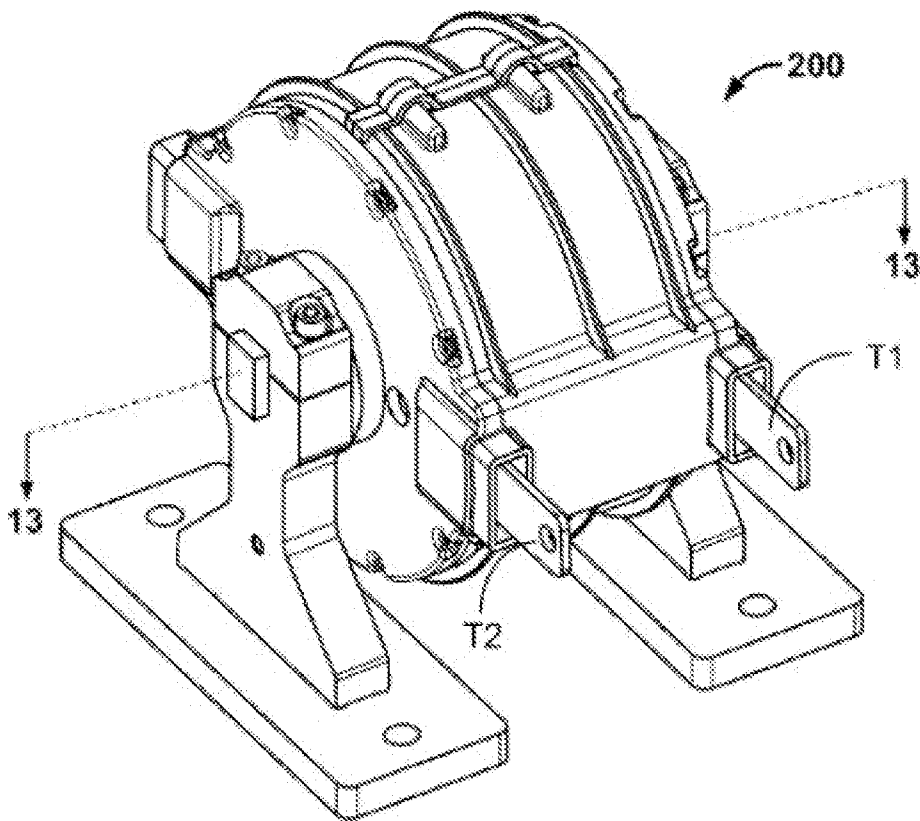


Figura 12

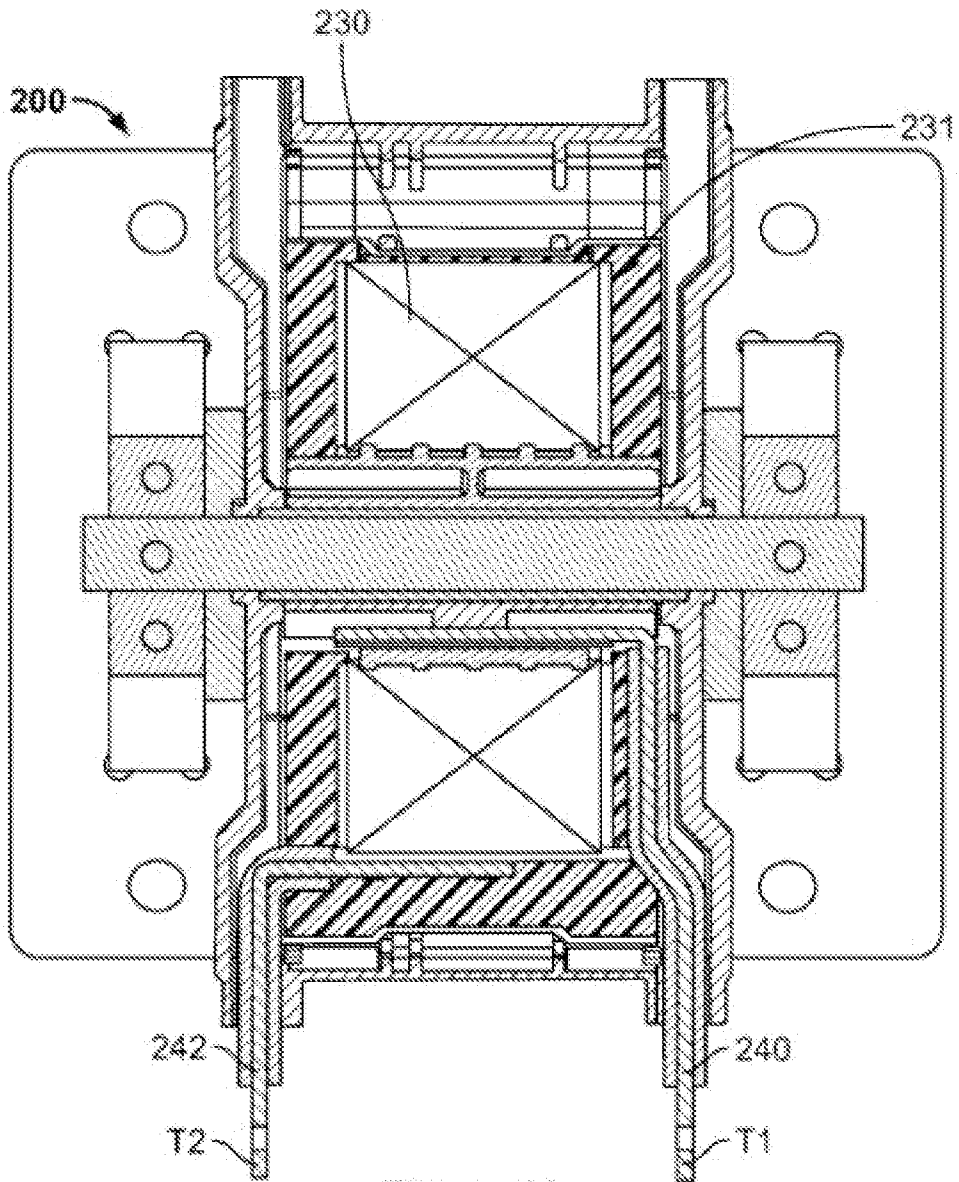


Figura 13

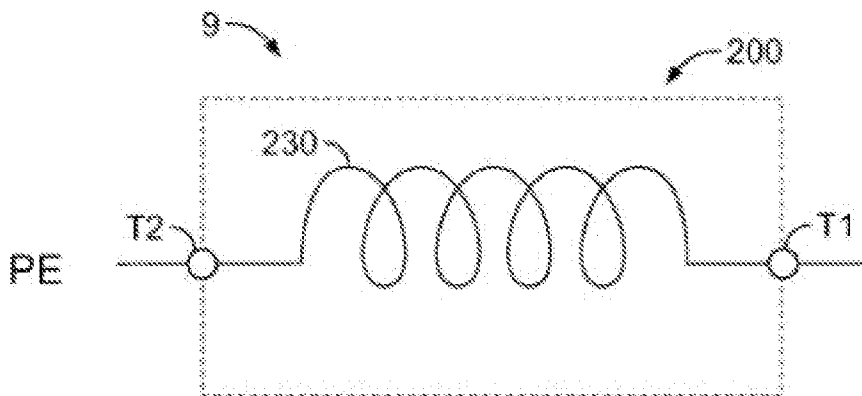


Figura 14

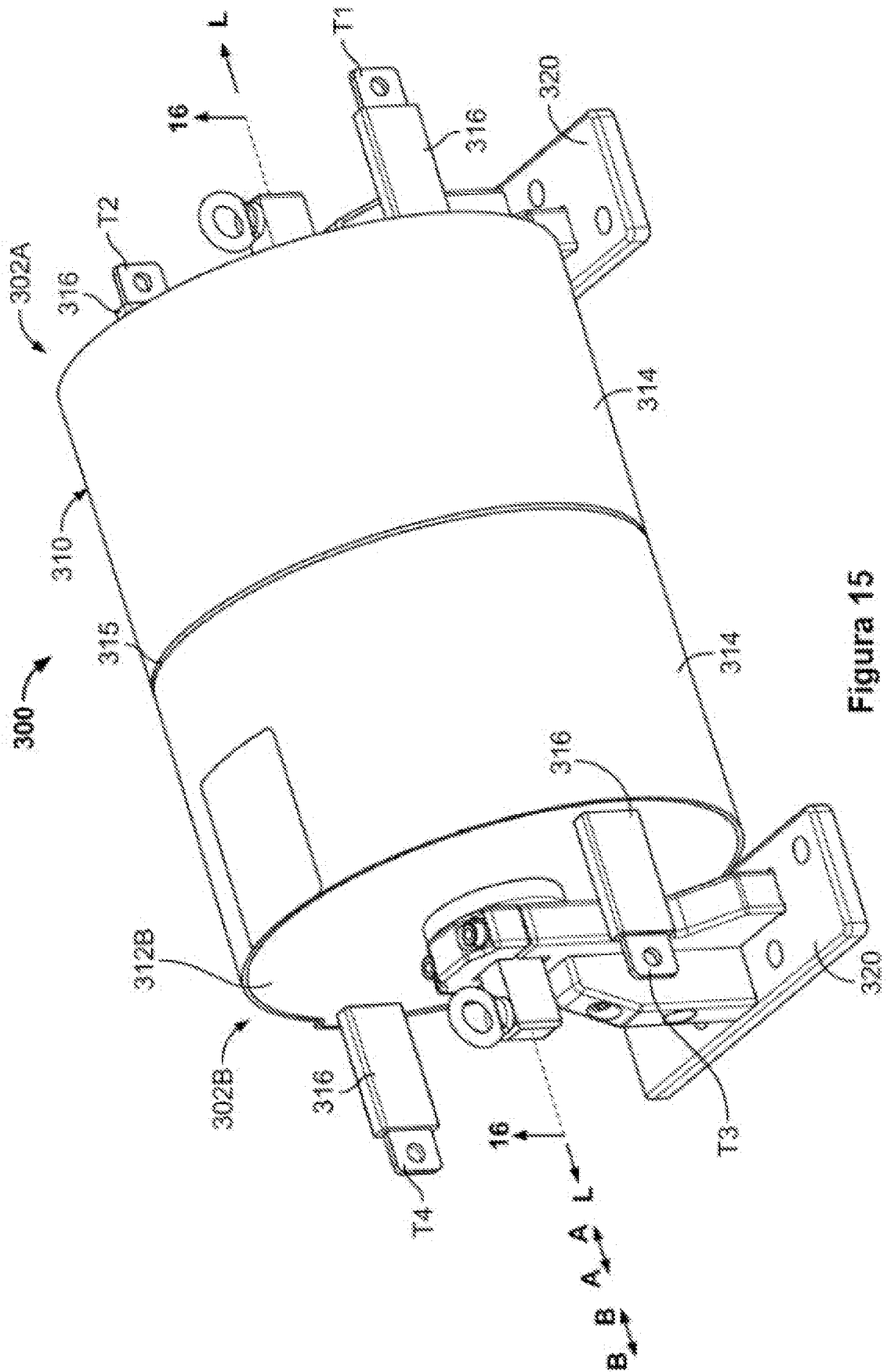


Figure 15

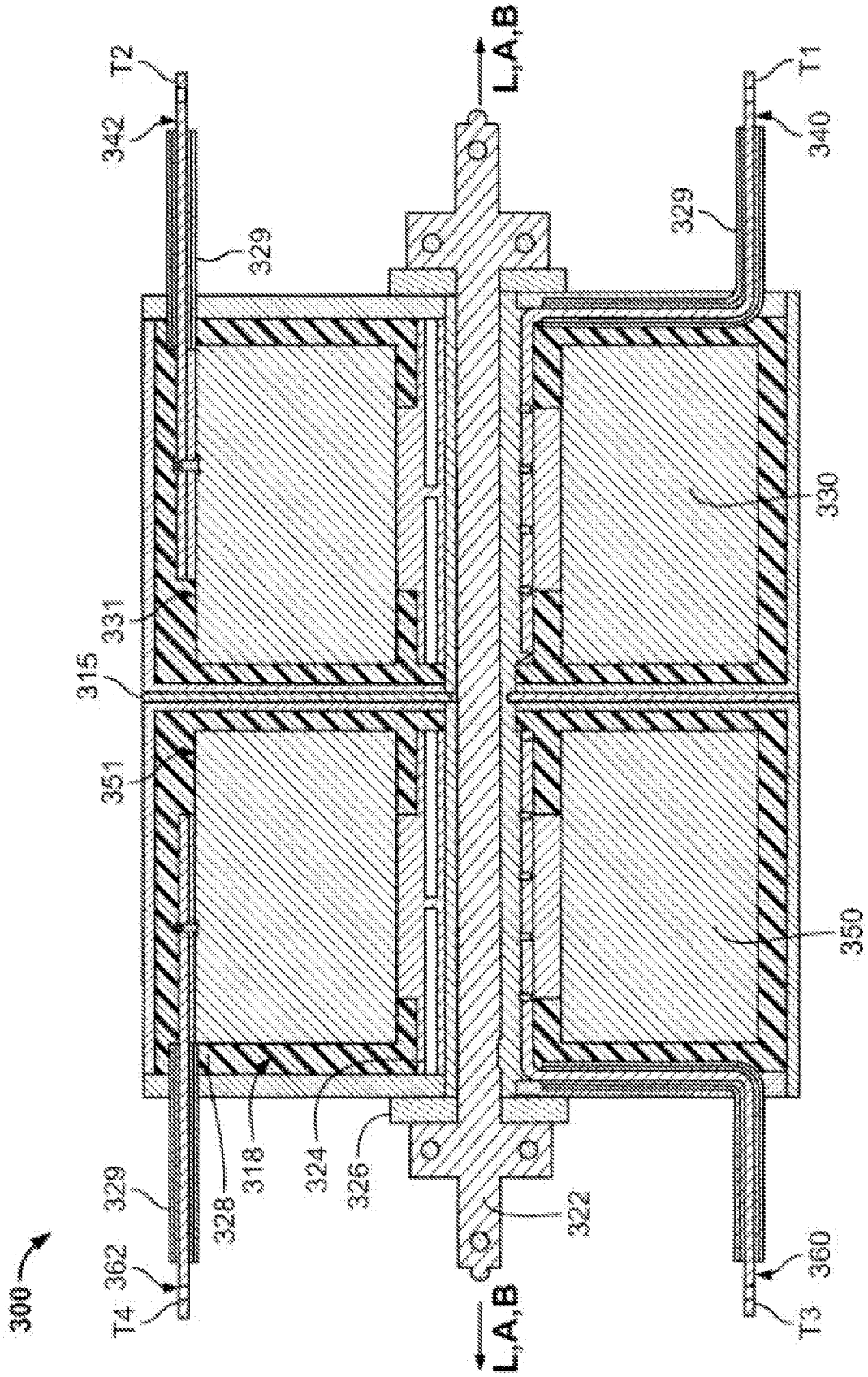


Figura 16

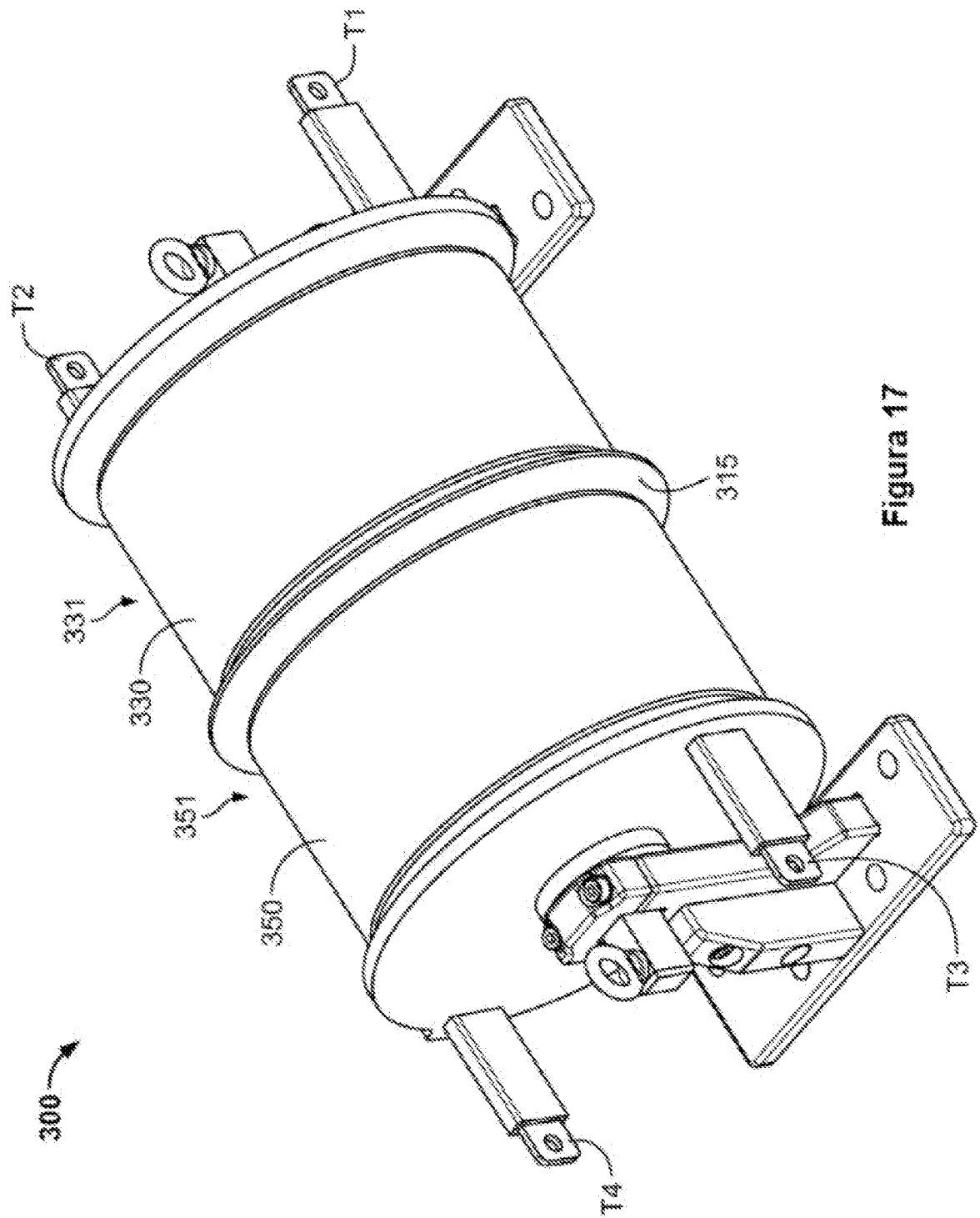


Figura 17

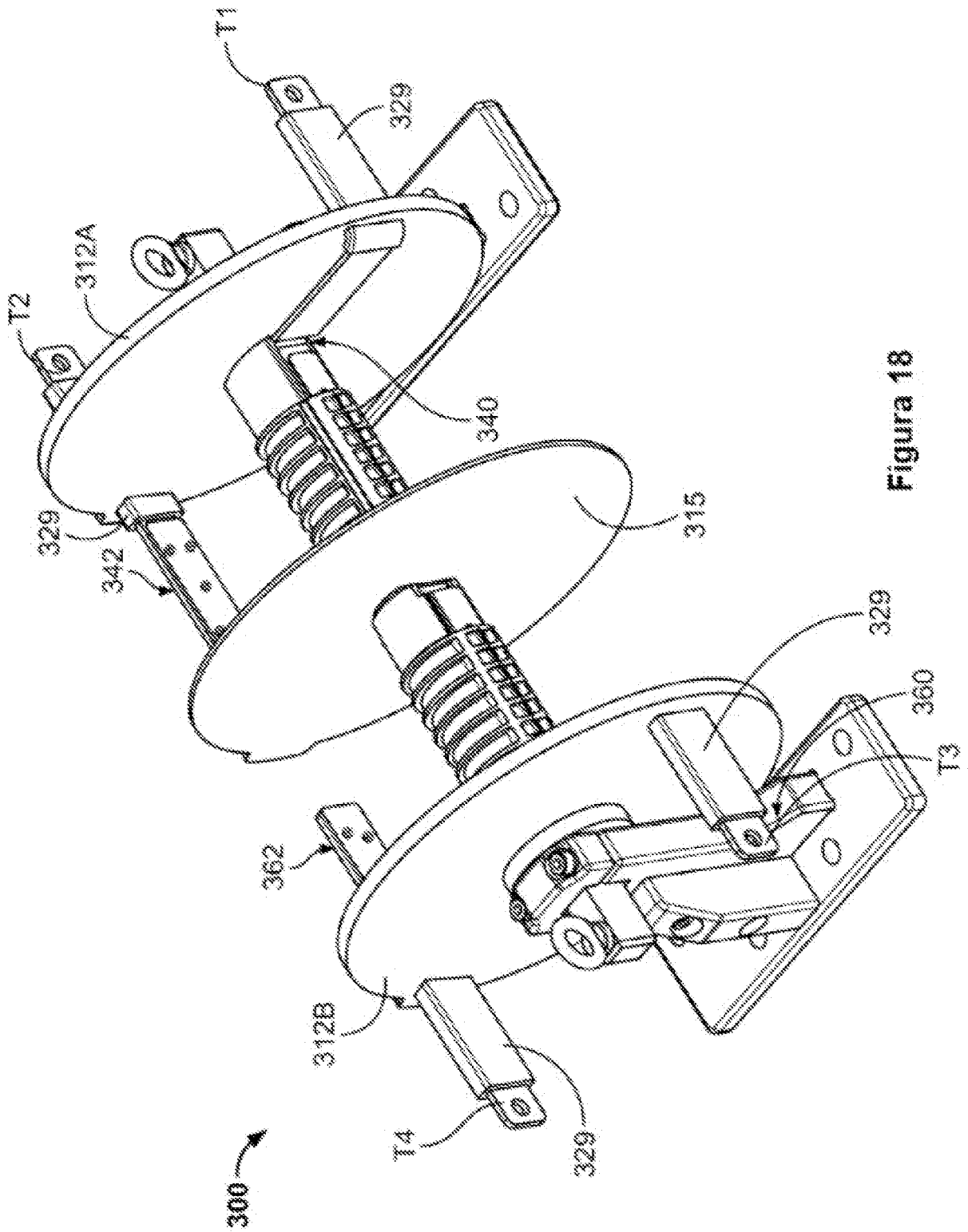


Figura 18

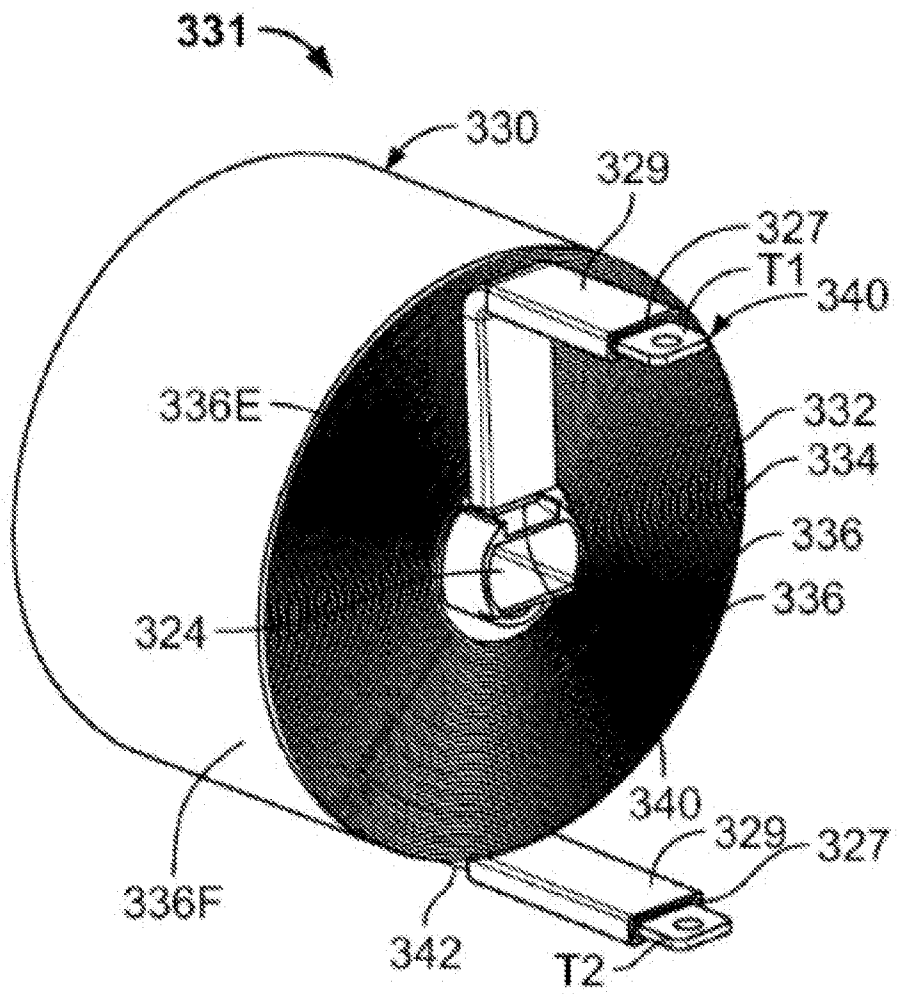


Figura 19

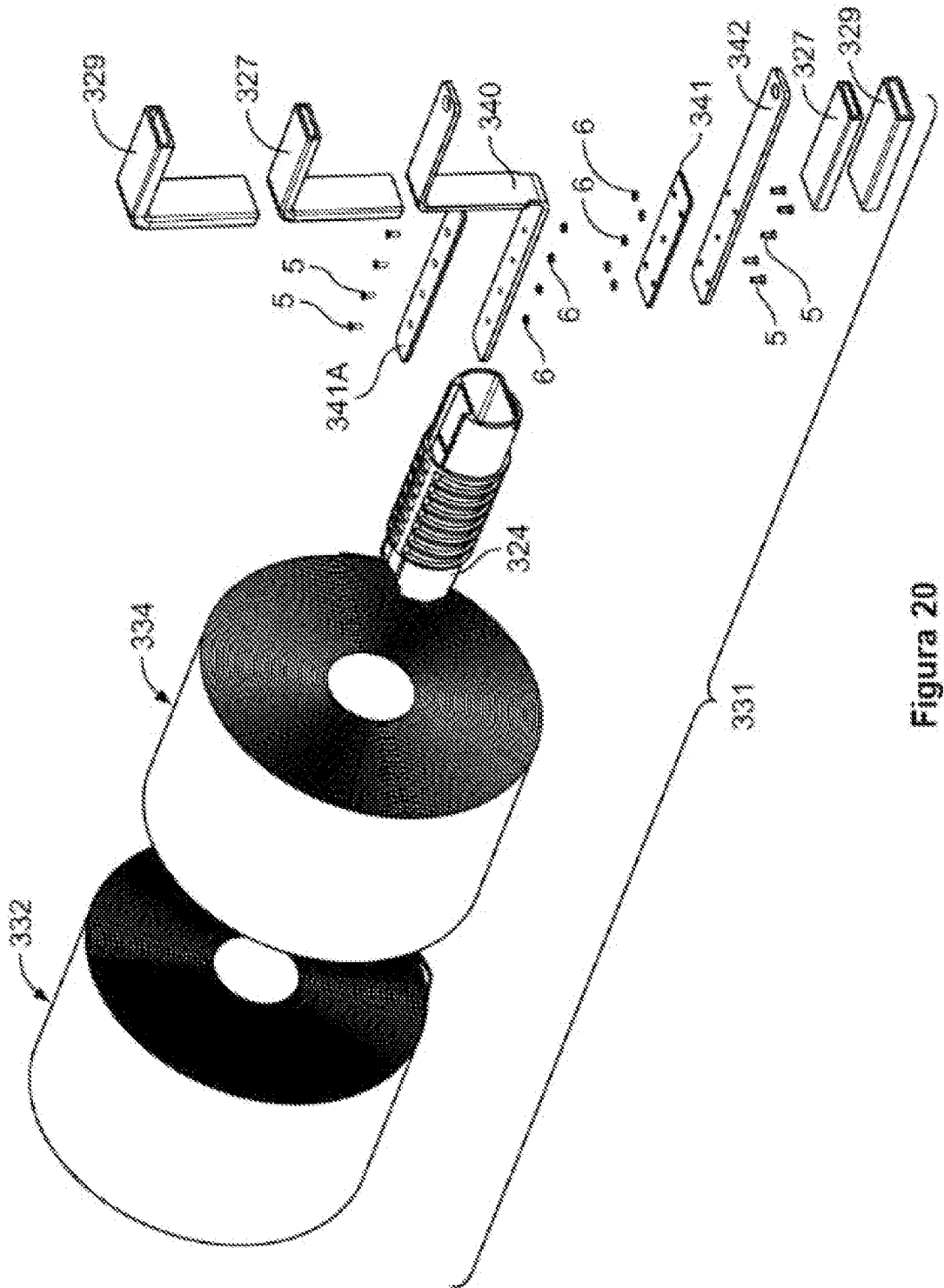


Figura 20

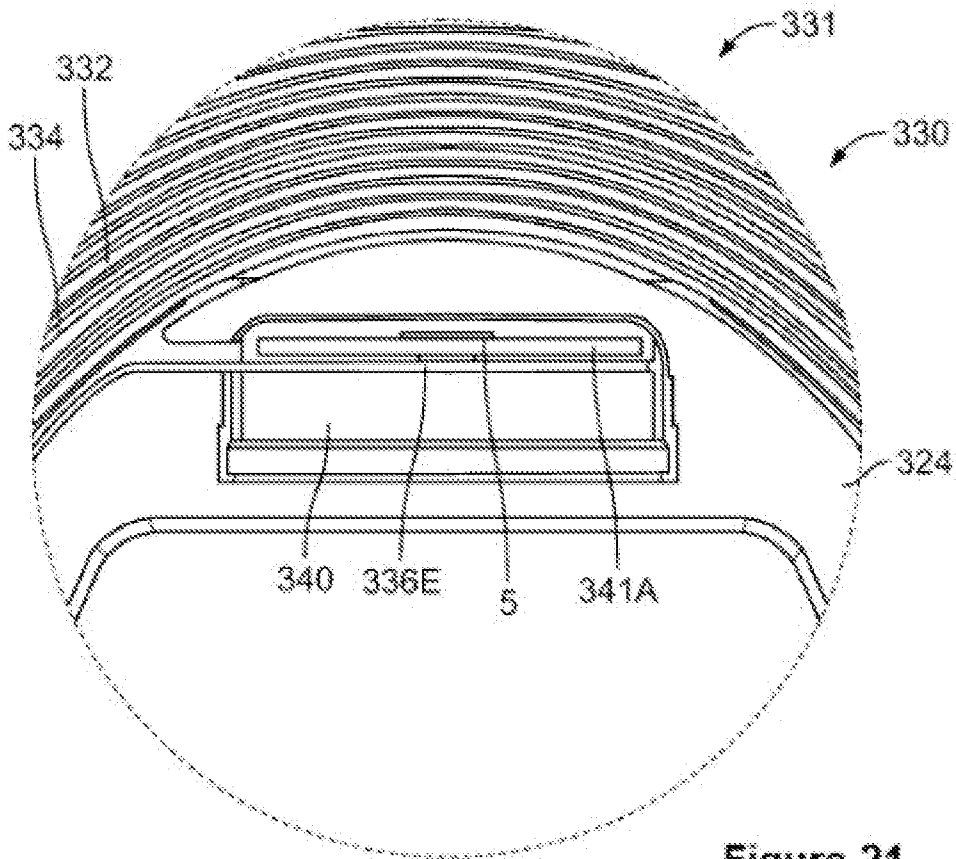


Figura 21

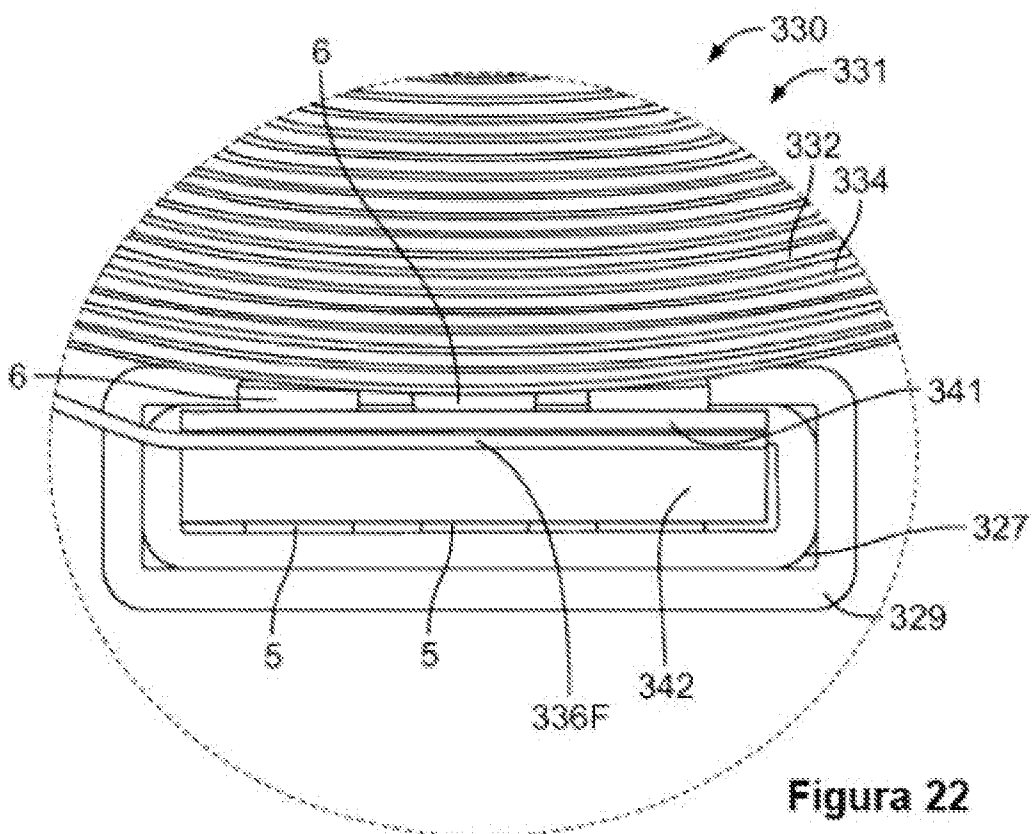


Figura 22

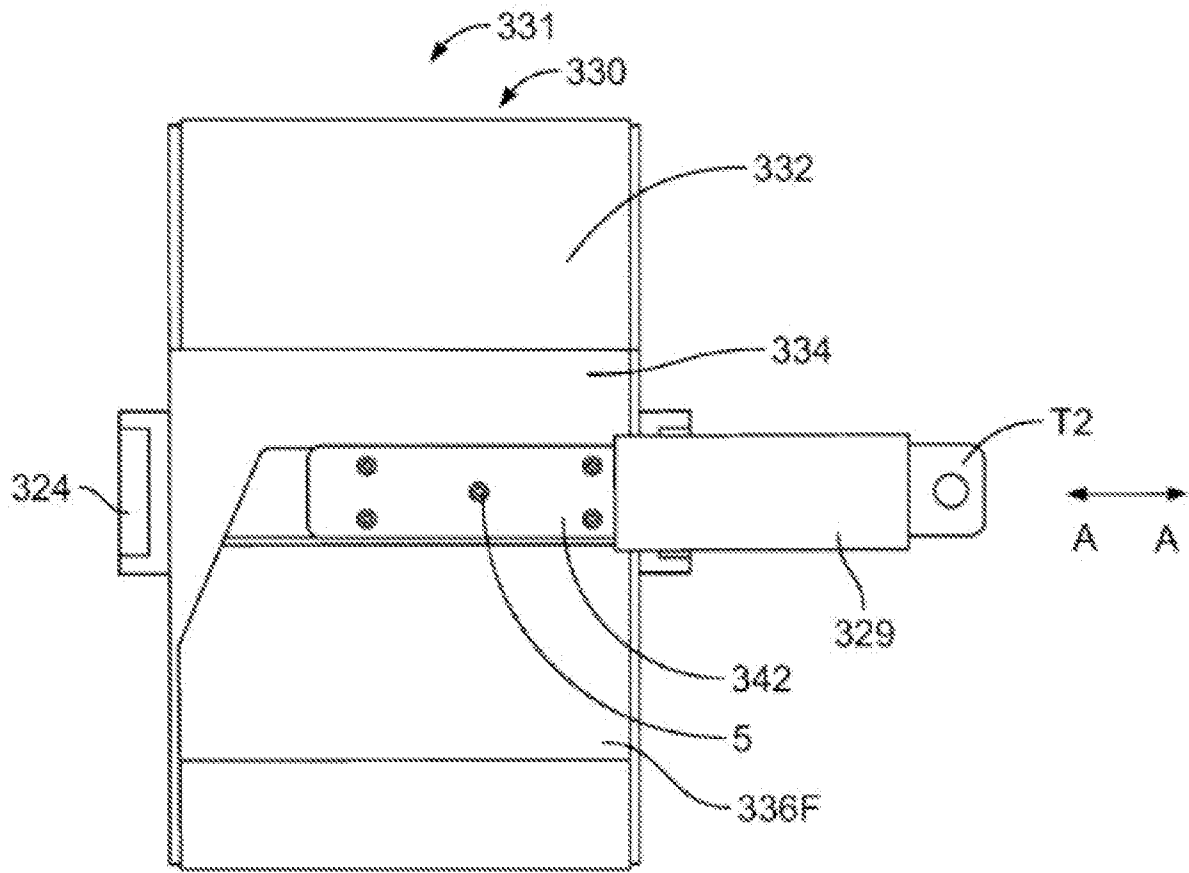


Figura 23

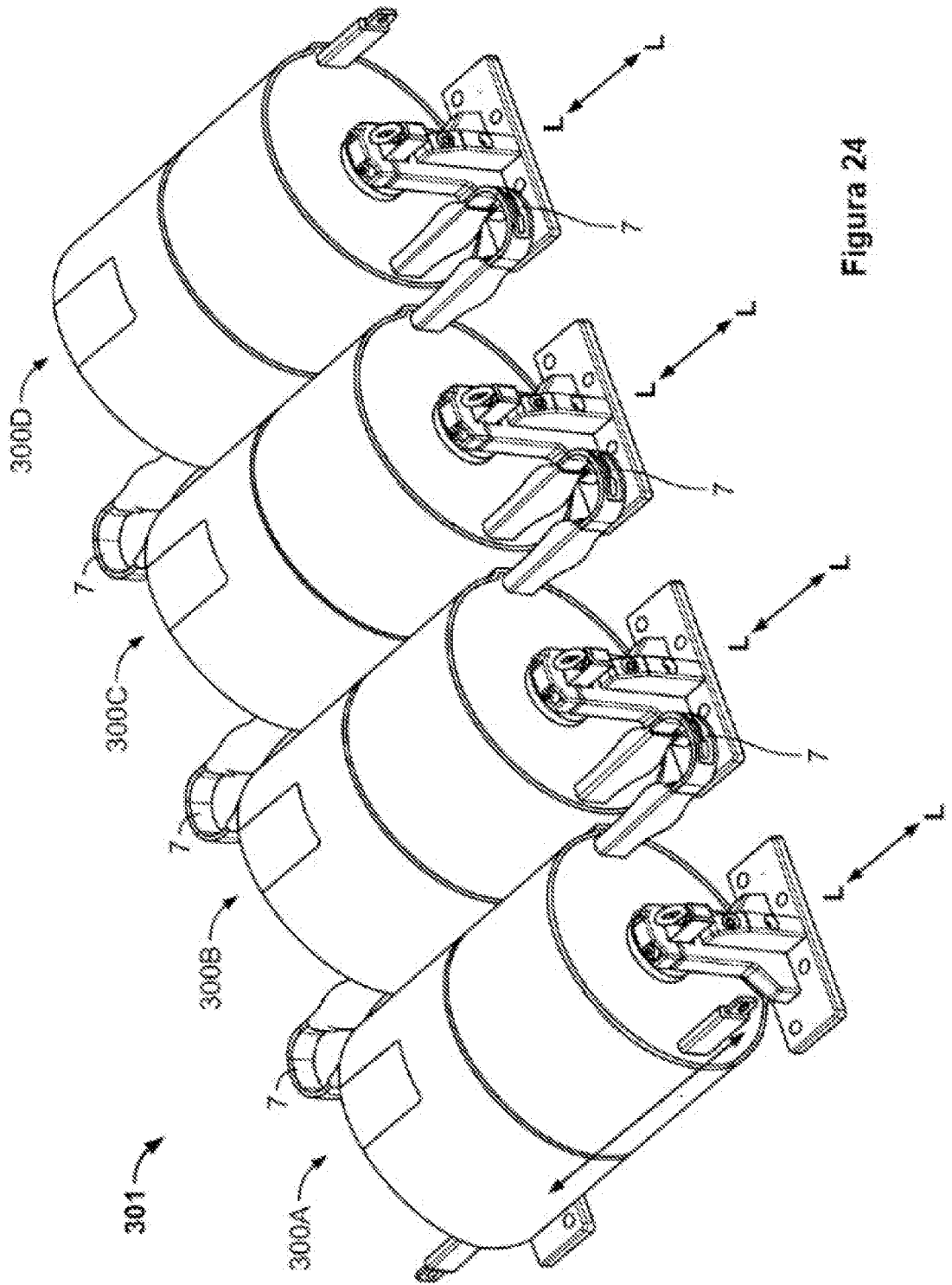


Figura 24

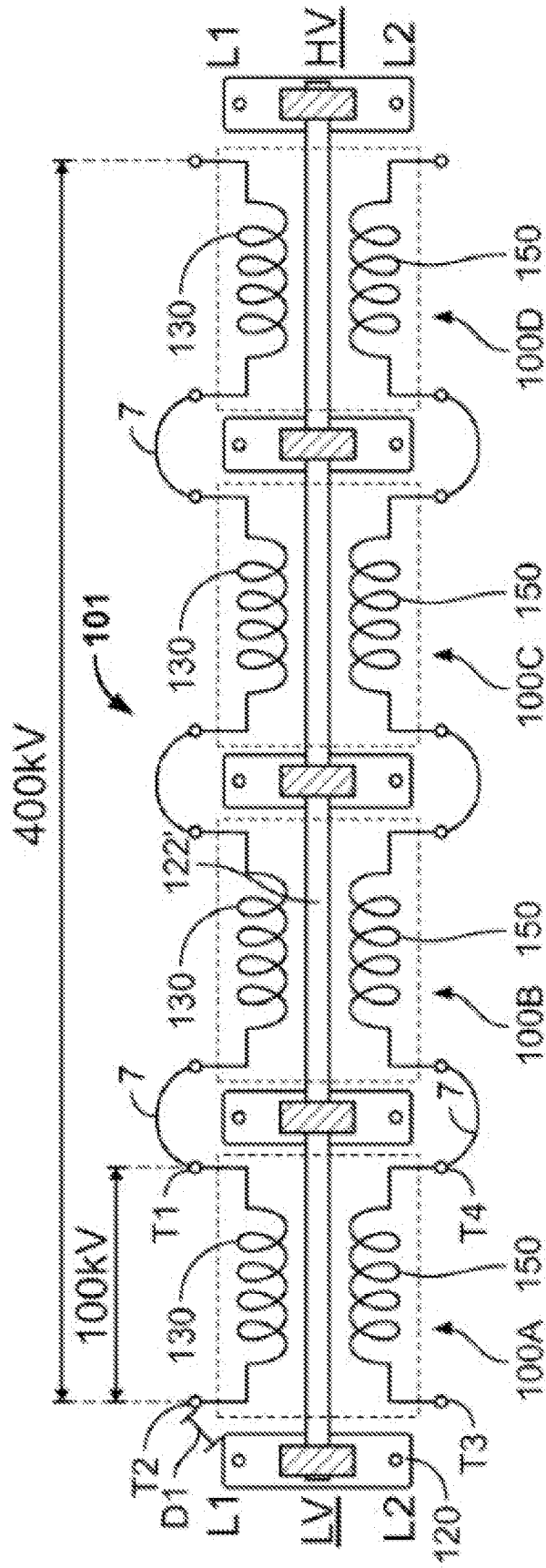


Figura 25

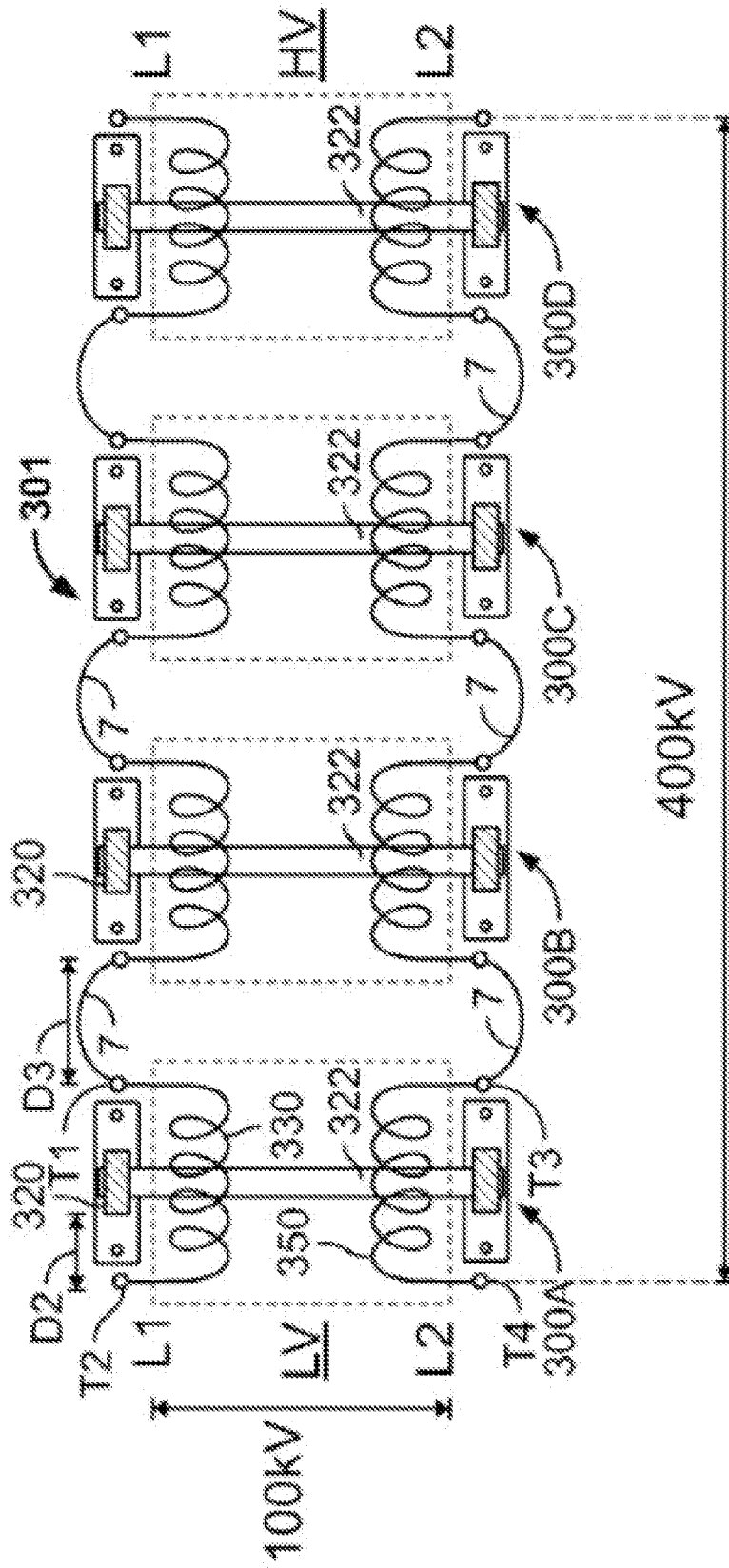


Figura 26

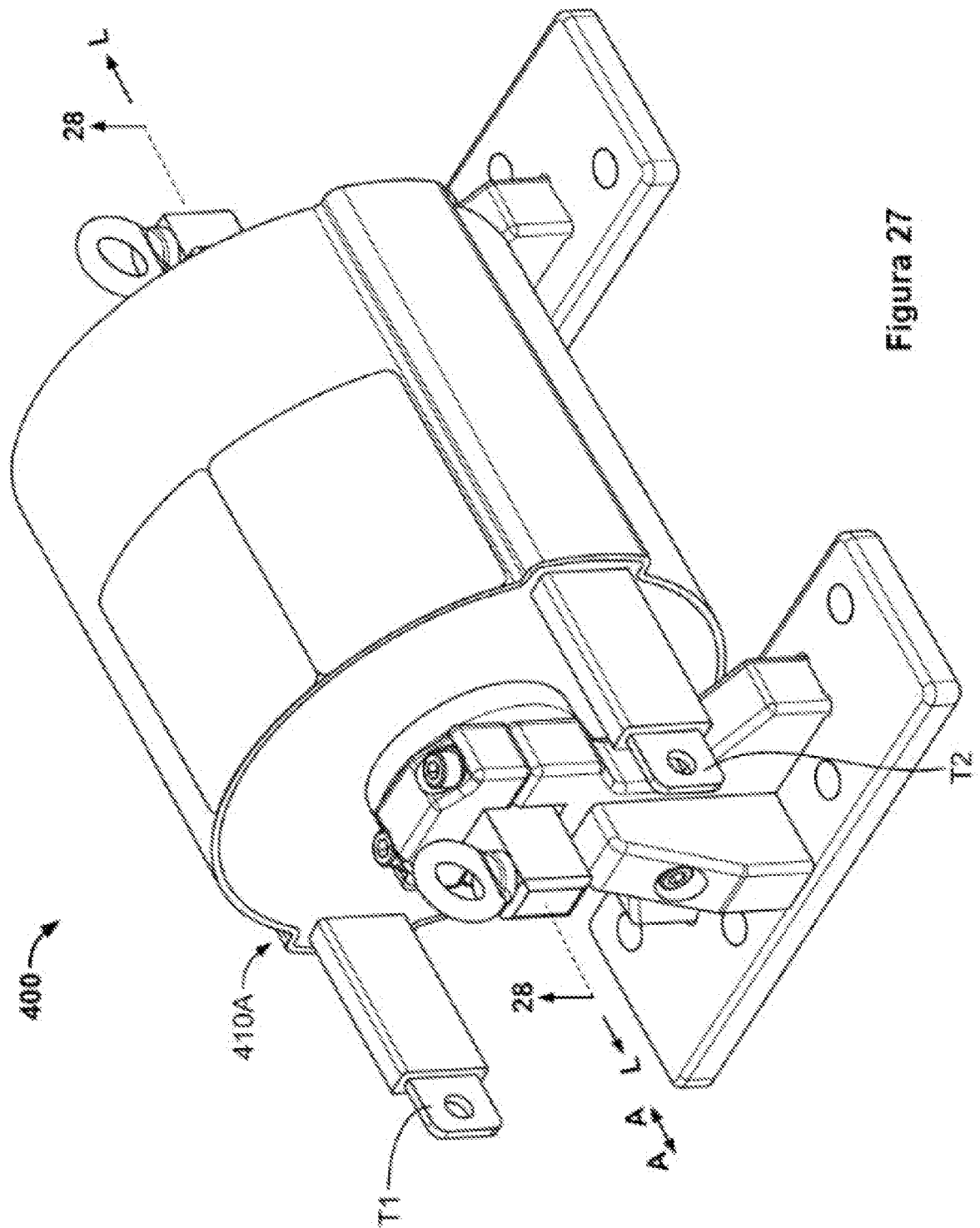


Figura 27

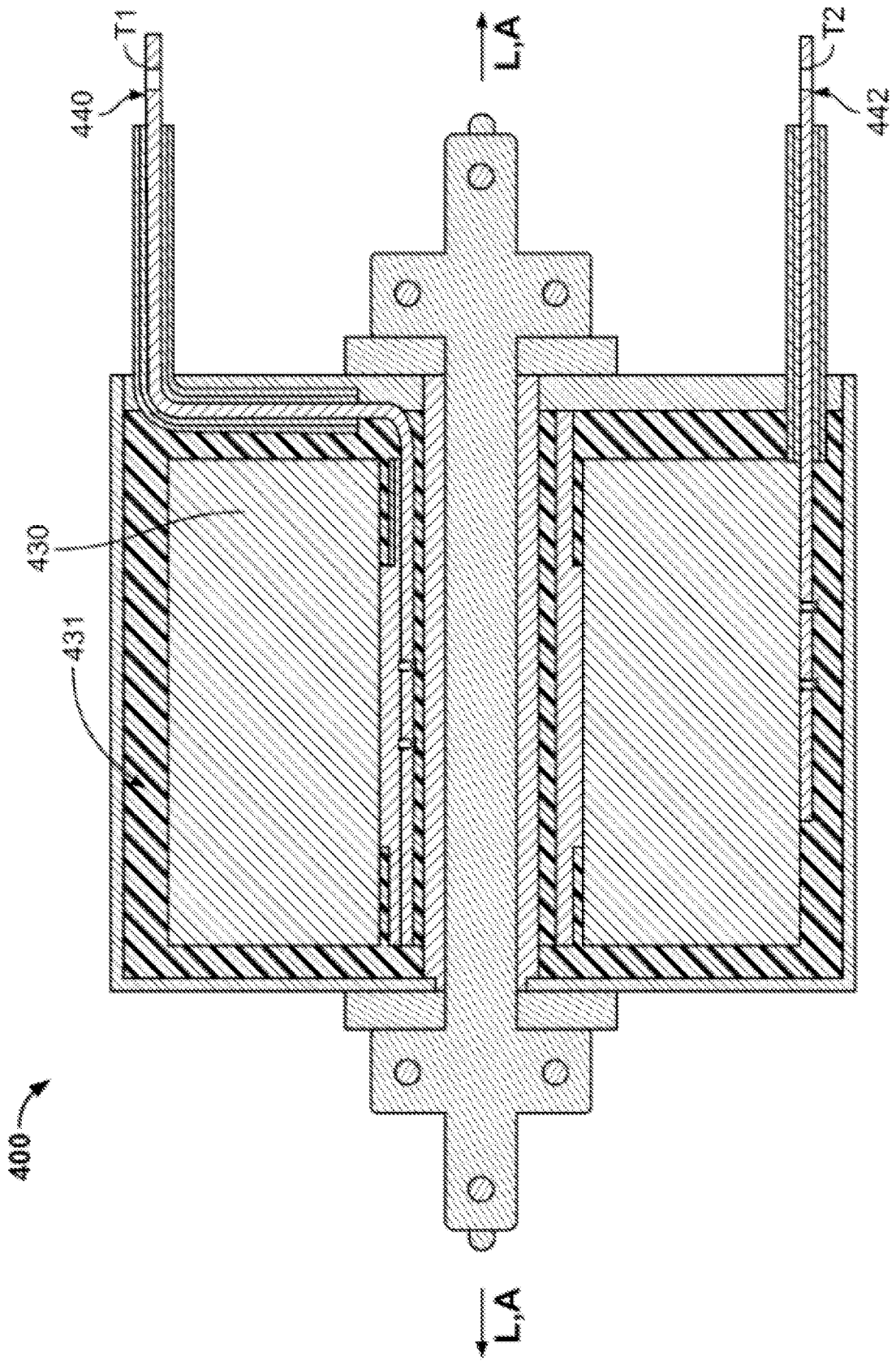


Figura 28

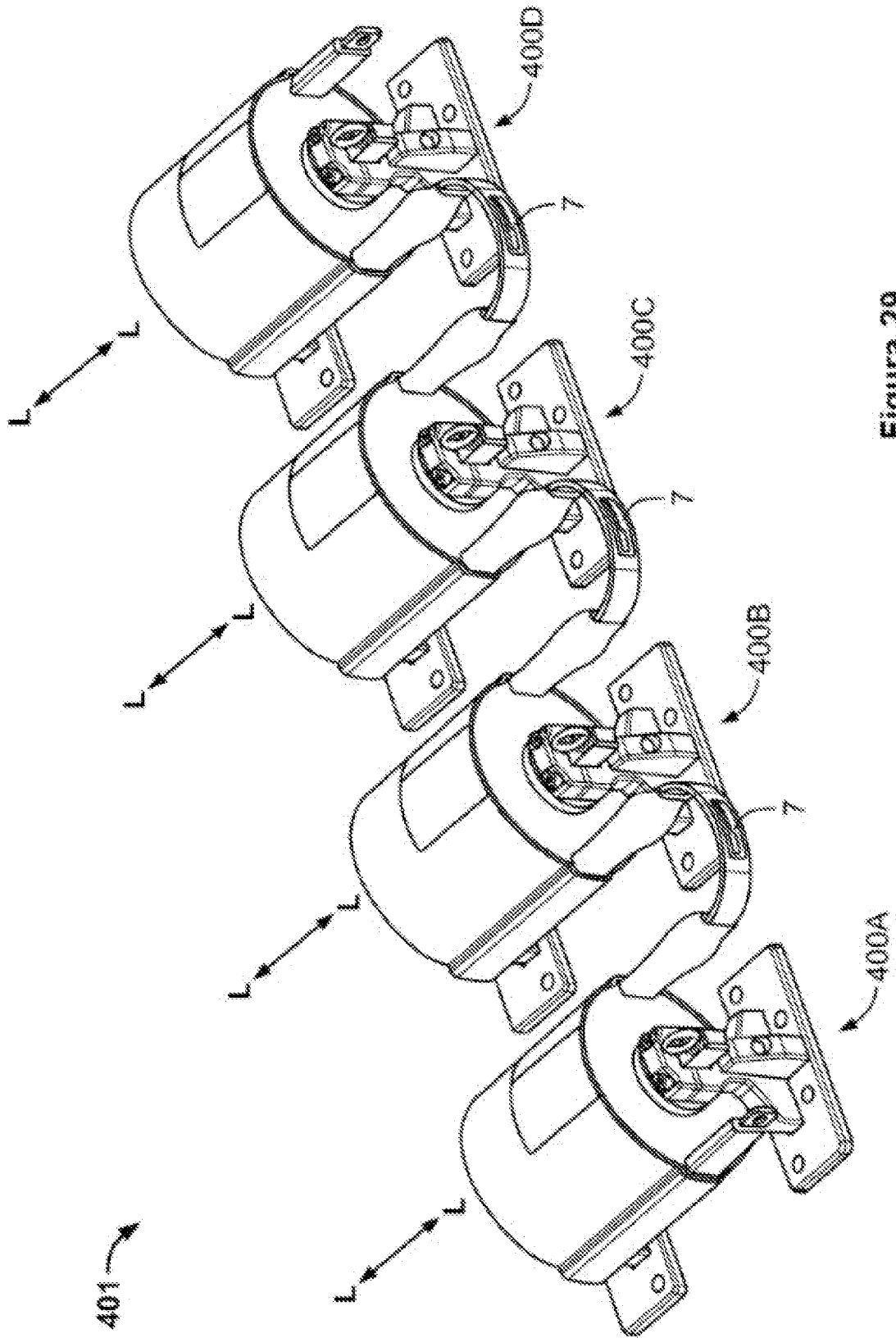


Figura 29

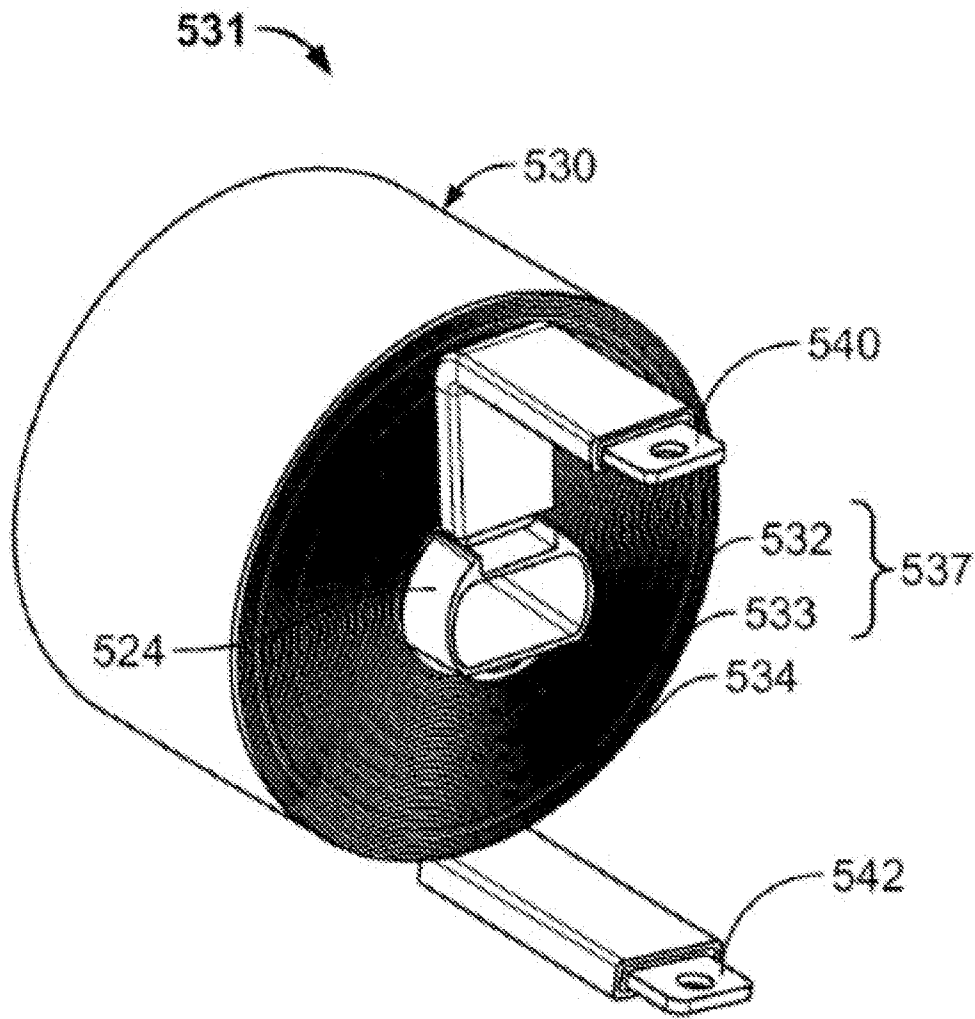


Figura 30

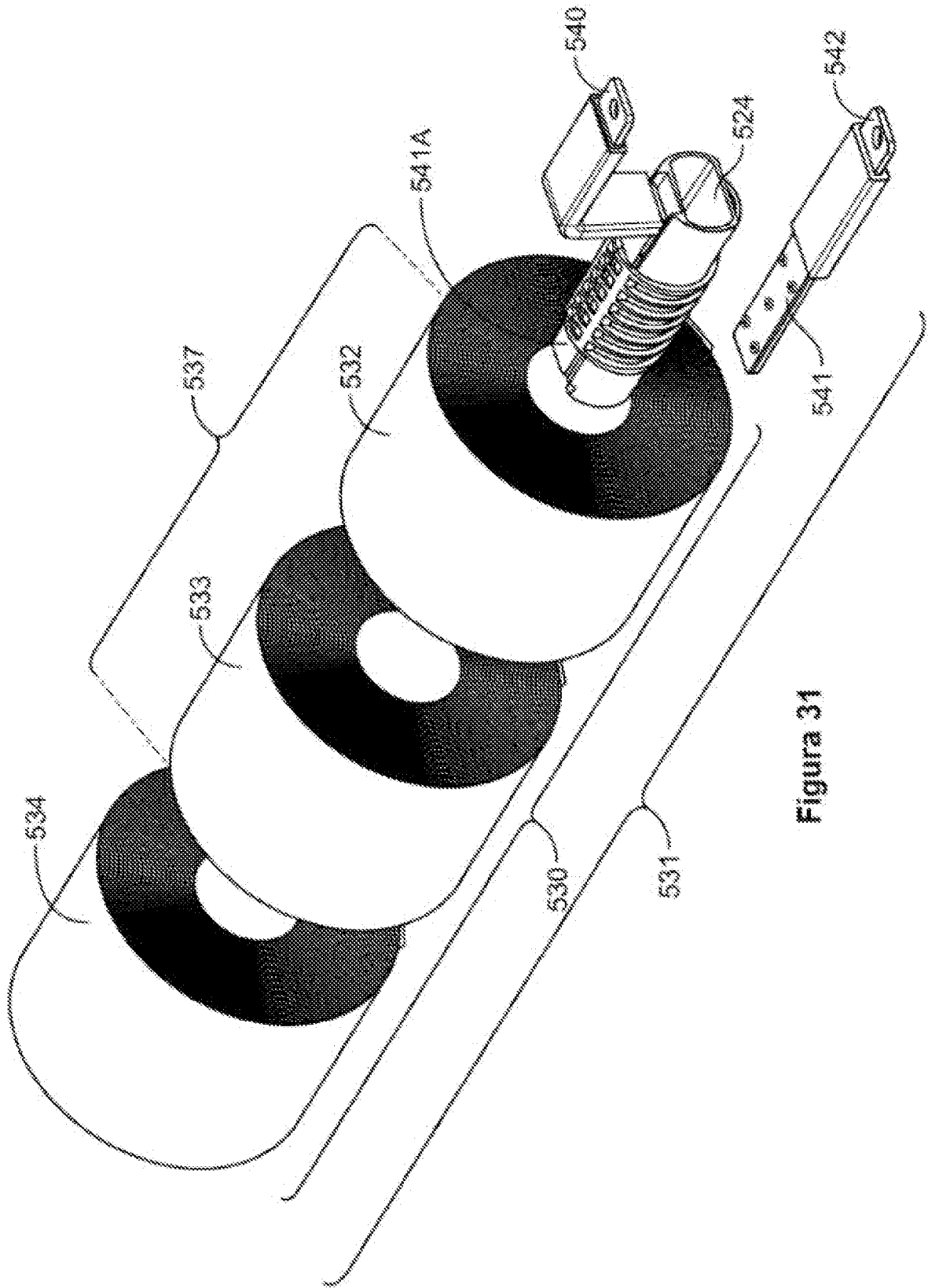


Figure 31

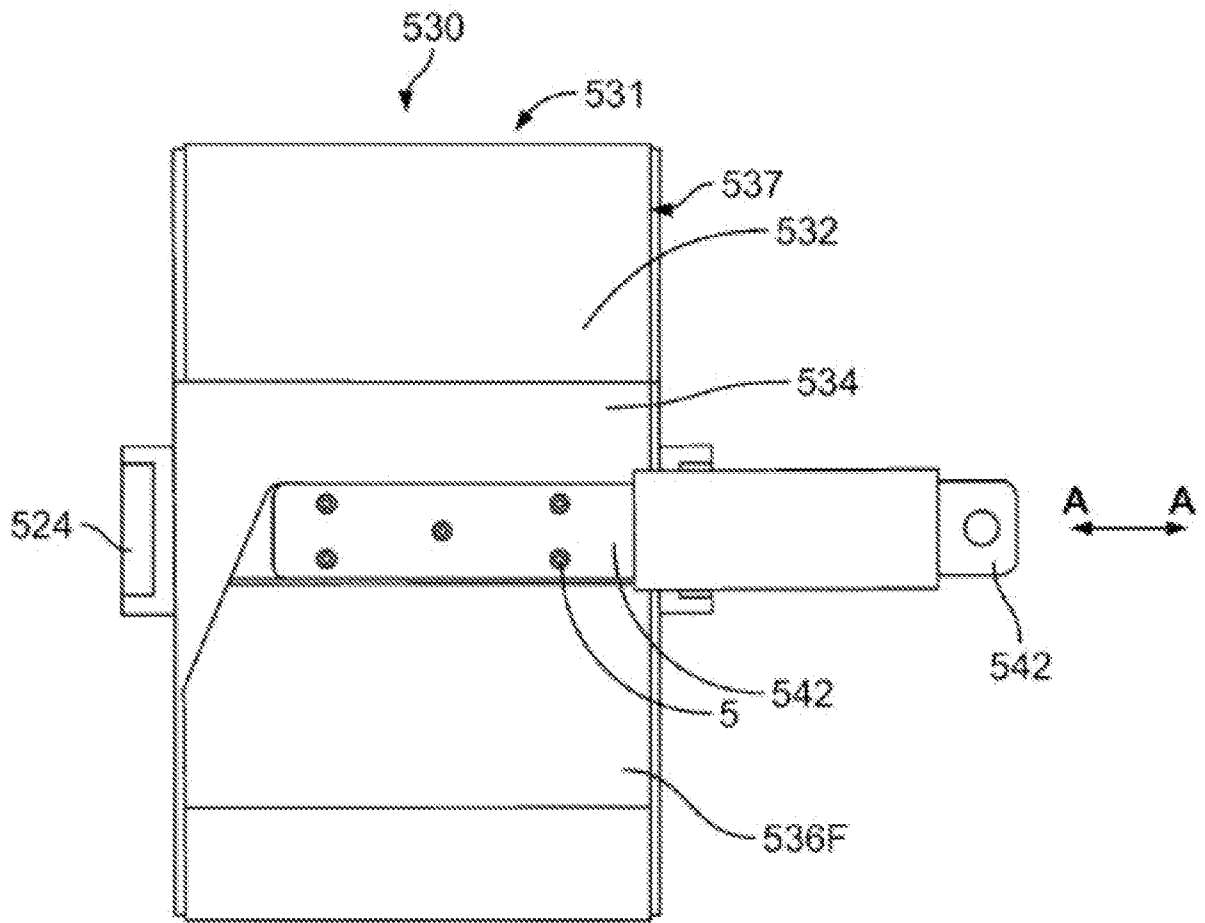


Figura 32

