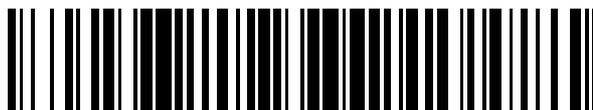


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 993**

51 Int. Cl.:

H01F 27/28 (2006.01)

H01F 27/24 (2006.01)

H05B 6/10 (2006.01)

H05B 6/36 (2006.01)

H05B 6/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.05.2014 PCT/US2014/037880**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14186380**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2014 E 14797892 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2997584**

54 Título: **Bobina de inducción con geometría de bobina dinámicamente variable**

30 Prioridad:
14.05.2013 US 201361823035 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.03.2018

73 Titular/es:
**THERMATOOL CORP. (100.0%)
East Haven Industrial Park 31 Commerce Street
East Haven, CT 06512, US**

72 Inventor/es:
**IGNATOWSKI, THOMAS y
NALLEN, MICHAEL A.**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 657 993 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

Bobina de inducción con geometría de bobina dinámicamente variable

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada generalmente con calentamiento o soldadura por inducción eléctrica de una pieza de trabajo dentro de una bobina de inducción tipo solenoidal, y en particular con tal calentamiento o soldadura por inducción donde las dimensiones exteriores de la pieza de trabajo pueden variar y la geometría de bobina de la bobina de inducción se pueden cambiar dinámicamente para acomodar los cambios dimensionales de la pieza de trabajo.

Antecedentes de la invención

10 Piezas de trabajo pueden atravesar bobinas de inducción de tipo solenoidal para soldar o calentar por inducción las piezas de trabajo. Bobinas de una geometría fija únicamente pueden soldar o calentar eficientemente piezas de trabajo de un intervalo limitado de dimensiones.

15 El documento US 6.107.613 describe un aparato de calentamiento inductivo ajustablemente dimensionable que incluye espiras de inductor que son soportadas por una deslizadera o accionador para permitir posicionamiento selectivo de las espiras de inductor a una variedad de posiciones.

20 Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato y un método para soldadura o calentamiento por inducción eléctrica de piezas de trabajo que pasan a través de una bobina de tipo solenoidal de modo que cuando cambia una dimensión de la pieza de trabajo, el proceso de soldadura o calentamiento puede continuar a velocidad normal o reducida de línea de proceso sin interrupción de la alimentación eléctrica a la bobina de inducción solenoidal y el flujo de un medio de enfriamiento a la bobina solenoidal.

Breve compendio de la invención

25 En un aspecto, la presente invención es un aparato según la reivindicación 1 y un método según la reivindicación 11 para soldadura o calentamiento por inducción eléctrica de una pieza de trabajo al hacer pasar la pieza de trabajo a través de al menos una espira de una bobina de inducción solenoidal. La bobina de inducción tiene una geometría de bobina dinámicamente variable que puede cambiar conforme cambia una dimensión o propiedad de la pieza de trabajo. La geometría de bobina variable se consigue al incluir un conjunto de segmentos de bobina ajustables o un miembro de articulación que forma o se conecta a una parte de una o más espiras de la bobina de inducción solenoidal.

30 En algunos ejemplos de la invención la geometría de bobina variable se logra cambiando la dimensión de sección transversal interior de la bobina de inducción solenoidal en respuesta a un cambio en las dimensiones exteriores de una pieza de trabajo que pasa a través de la bobina de inducción solenoidal.

Los aspectos anteriores y otros de la invención se presentan en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

35 Las figuras, conjuntamente con la memoria descriptiva y las reivindicaciones, ilustran uno o más modos no limitativos para poner en práctica la invención. La invención no se limita a la disposición ilustrada y al contenido de los dibujos.

La figura 1(a) es una sección transversal esquemática de una realización de una bobina de inducción solenoidal con geometría de bobina dinámicamente variable de la presente invención con un segmento de bobina ajustable en la posición de cierre.

40 La figura 1(b) es una sección transversal esquemática de la bobina de inducción solenoidal en la figura 1(a) con el segmento de bobina ajustable en una posición de apertura variable.

La figura 2(a) es una sección transversal esquemática de otra realización de una bobina de inducción solenoidal con geometría de bobina dinámicamente variable de la presente invención con un segmento de bobina ajustable en la posición de cierre.

45 La figura 2(b) es una sección transversal esquemática de la bobina de inducción solenoidal en la figura 2(a) con el segmento de bobina ajustable en una posición de apertura variable.

La figura 3(a) ilustra una formación típica de un artículo tubular continuo mediante soldadura por forja juntando bordes longitudinales opuestos de una placa o tira de metal con una bobina de inducción solenoidal de la presente invención.

50 La figura 3(b) es una sección transversal esquemática de una realización de una espira de bobina de inducción

solenoidal con geometría de bobina dinámicamente variable de la presente invención usada en el proceso de soldadura por forja mostrado en la figura 3(a) con un segmento de bobina ajustable en la posición de cierre.

La figura 3(c) es una sección transversal esquemática de la bobina de inducción solenoidal en la figura 3(b) con el segmento de bobina ajustable en una posición de apertura variable.

5 Descripción detallada de la invención

10 Un ejemplo de una bobina de inducción solenoidal 10 con geometría de bobina dinámicamente variable se muestra en sección transversal esquemática en la figura 1(a) y la figura 1(b). La bobina de inducción 10 es una bobina solenoidal de al menos una espira que comprende segmentos de bobina eléctricamente conductores fijos 10a y 10b y uno o más segmentos de bobina ajustables 10c, con cada segmento de bobina ajustable asociado con un conjunto separado de segmentos de bobina ajustables 10d.

15 Los segmentos de bobina 10a y 10b se aseguran fijamente ya sea al menos parcialmente a lo largo de las longitudes de sus segmentos de bobina, o mediante elementos conectados a los segmentos de bobina. Por ejemplo, al menos los extremos de terminación de alimentación 10a' y 10b' de los segmentos de bobina 10a y 10b se pueden asegurar fijamente adyacentes entre sí como se muestra en las figuras con espacio entre las terminaciones de alimentación para proporcionar aislamiento eléctrico entre los extremos de terminación de alimentación. El espacio puede ser llenado con un material de aislamiento eléctrico tal como politetrafluoretileno u otro material adecuado. Como alternativa se puede proporcionar una unión flexible en el circuito de suministro eléctrico a la bobina solenoidal, por ejemplo, mediante segmentos de cable flexibles (flex continuo) 16a y 16b que conectan los extremos de terminación de alimentación opuestos 10a' y 10b' de la bobina de inducción solenoidal 10 a una o más fuentes de alimentación no mostradas en las figuras. En esta realización de la invención los segmentos de cable flexibles 16a y 16b permiten flexionar separando segmentos de bobina rígidos 10a y 10b desde la posición de segmentos cerrados a una posición variable de segmentos abiertos como se describe adicionalmente más adelante.

20 Los segmentos de bobina 10a y 10b pueden ser de iguales longitudes de segmento como se muestra en las figuras, o de longitudes desiguales dependiendo de una aplicación particular. En las figuras, cada uno de los segmentos de bobina de igual longitud 10a y 10b son semicirculares. En este ejemplo, los extremos de segmento de bobina ajustable 10a" y 10b" están opuestos a los extremos de terminación de alimentación 10a' y 10b' para los segmentos de bobina 10a y 10b, respectivamente. En este ejemplo, el segmento de bobina ajustable 10c se conecta a los extremos de segmento de bobina ajustable 10a" y 10b" para interconectar eléctricamente los segmentos de bobina 10a y 10b en los extremos de segmento de bobina ajustable.

25 Un conjunto de segmentos de bobina ajustables 10d comprende un separador de segmentos de bobina ajustables 10d' para proporcionar una distancia de extremos de segmento de bobina ajustable entre los extremos de segmento de bobina ajustable 10a" y 10b" y el accionador 10d" que mueve dinámicamente el separador 10d' para variar la geometría de bobina solenoidal, que en este ejemplo es la dimensión de sección transversal interior de la bobina solenoidal. Como alternativa el separador 10d' puede ser ajustado manualmente sin un accionador. En este ejemplo, el accionador 10d" permite que los extremos de segmento de bobina ajustable 10a" y 10b" de los segmentos de bobina eléctricamente conductores 10a y 10b sean unidos entre sí (posición de segmentos cerrados) o separados (posición variable de segmentos abiertos) como se muestra respectivamente en la figura 1(a) y la figura 1(b) de modo que la dimensión de sección transversal interior (en este ejemplo, un diámetro interior) de la bobina solenoidal 10 puede variar entre un mínimo de d_1 en la posición de segmentos cerrados mostrada en la figura 1(a) y un máximo de d_2 en una posición variable máxima de segmentos abiertos mostrada en la figura 1(b) para acomodar piezas de trabajo de diferentes dimensiones exteriores dentro de la bobina solenoidal. El accionador 10d" puede variar la dimensión de sección transversal interior en cualquier parte dentro del intervalo de dimensión mínima d_1 a dimensión máxima d_2 dependiendo de la pieza de trabajo que pasa a través de la bobina solenoidal.

30 Los segmentos de bobina eléctricamente conductores fijos (10a y 10b) y el segmento de bobina ajustable 10c forman un circuito eléctrico en serie alrededor de una pieza de trabajo insertada dentro de la bobina solenoidal. En este ejemplo, cuando la bobina solenoidal está en la posición de segmentos cerrados, el segmento de bobina ajustable 10c, como se muestra en la figura 1(a), está cortocircuitado del circuito eléctrico en serie dado que los extremos de segmento de bobina ajustable opuestos 10a" y 10b" están en contacto eléctrico (continuidad) entre sí. En este ejemplo, cuando la bobina solenoidal está en una posición variable de segmentos abiertos, el segmento de bobina ajustable 10c, como se muestra en la figura 1(b), proporciona continuidad eléctrica entre los segmentos de bobina 10a y 10b.

35 Los segmentos de bobina eléctricamente conductores fijos (10a y 10b) y el segmento de bobina ajustable 10c (en una posición variable de segmentos abiertos) sirven como conductores de bobina solenoidal para corriente alterna (corriente CA) a una frecuencia o frecuencias adecuadas para una aplicación de soldadura por inducción eléctrica o calentamiento por inducción eléctrica de una pieza de trabajo posicionada dentro de la bobina solenoidal.

40 En otras realizaciones de la invención, el segmento de bobina ajustable se puede insertar en serie en cualquier posición alrededor de una bobina de inducción solenoidal, por ejemplo entre una primera terminación ajustable de bobina solenoidal (también se le hace referencia como un primer extremo de espira de bobina) y una segunda

terminación ajustable de bobina solenoidal (también se le hace referencia como un segundo extremo de espira de bobina) dependiendo de una aplicación particular, y, como puede ser necesario, por ejemplo, para minimizar cambios en la inductancia y la impedancia entre la posición de bobina cerrada cuando la primera y segunda terminaciones ajustables de bobina solenoidal están adyacentes y conectadas eléctricamente para cortocircuitar el segmento de bobina ajustable y una posición variable de segmentos abiertos cuando el segmento de bobina ajustable proporciona continuidad eléctrica entre la primera y segunda terminaciones ajustables de bobina solenoidal. En estas realizaciones también se puede usar un conjunto de segmentos de bobina ajustables como se describe para otros ejemplos de la invención.

En algunas realizaciones de la invención, los segmentos de bobina eléctricamente conductores fijos 10a y 10b se pueden formar, por ejemplo, de hojas o tubo de cobre con suficiente elasticidad a la flexión para flexionar en los extremos de segmento de bobina ajustable opuestos 10a" y 10b" de los segmentos de bobina eléctricamente conductores fijos de modo que los segmentos de bobina eléctricamente conductores son movidos entre una posición variable de segmentos abiertos y la posición de segmentos cerrados por el conjunto de segmentos de bobina ajustables 10d.

El segmento de bobina ajustable 10c puede ser, por ejemplo, un conductor eléctrico trenzado flexible (tal como cobre) o conductores eléctricos telescópicos (tales como tubos de cobre telescópicos concéntricos).

El separador de segmentos de bobina ajustables 10d' puede ser un componente que mueve cualquier extremo de segmento de bobina ajustable 10a" o 10b", o ambos extremos de segmento de bobina ajustable. Por ejemplo, el separador 10d' puede ser una varilla fijada (pero eléctricamente aislada de este) al extremo de segmento de bobina ajustable 10a" y que pasa a través de un orificio eléctricamente aislado en el extremo de segmento de bobina ajustable 10b" de modo que cuando el accionador (en este ejemplo, lineal) 10d" mueve la varilla en las direcciones más o menos X, el extremo de segmento de bobina ajustable 10a" se mueve en la misma dirección mientras el extremo de segmento de bobina ajustable 10b" permanece estacionario. Como alternativa el separador 10d' puede ser una varilla roscada que pasa a través de aberturas roscadas eléctricamente aisladas en los extremos de segmento de bobina ajustable 10a" y 10b" de modo que cuando el accionador 10d" hace rotar la varilla roscada los extremos de segmento de bobina ajustable 10a" y 10b" se mueven en direcciones opuestas más y menos X para separar o unir entre sí los extremos de segmento de bobina ajustable. El accionador 10d" puede ser seleccionado sobre la base de una aplicación particular, por ejemplo, el accionador puede ser un impulsor de tornillo de bolas o lineal accionado hidráulica o eléctricamente, para abrir y cerrar la distancia x_1 entre los extremos opuestos 10a" y 10b" de los segmentos de bobina 10a y 10b.

En otros ejemplos de la invención, una bobina solenoidal de la presente invención se mueve (articula) entre la posición de segmentos cerrados y la posición variable de segmentos abiertos por medio de un miembro rígido no flexible tal como, pero sin limitación, un contacto deslizante, barra colectora u otro elemento eléctricamente conductor y rígido en la ubicación, o adyacente a esta, del segmento de bobina ajustable 10c en la figura 1(a) y la figura 1(b). Por ejemplo en la figura 2(a) y la figura 2(b) la barra colectora fija 10c' se dispone para estar en contacto con el primer y segundo segmentos de extremo ajustables, 10a" y 10b" en la figura 2(a) y la figura 2(b) de modo que el primer y segundo segmentos de extremo ajustables mantienen contacto eléctrico con la barra colectora fija 10c' conforme el conjunto de segmentos de bobina ajustables 10d varía dinámicamente la abertura en sección transversal interior de la bobina de inducción solenoidal entre la posición de segmentos cerrados y una posición variable de segmentos abiertos.

En otras realizaciones de la invención múltiples segmentos de bobina ajustables y los conjuntos de segmentos de bobina ajustables pueden ser distribuidos entre múltiples segmentos de bobina fijos de la bobina de inducción solenoidal para cambiar dinámicamente la abertura en sección transversal interior de la bobina sin poner esfuerzo sobre los segmentos de cable flexibles 16a y 16b u otros tipos de conductores de energía eléctrica, o para acomodar otros cambios dimensionales en una pieza de trabajo que pasa a través de la bobina de inducción solenoidal.

El conjunto de segmentos de bobina ajustables 10d proporciona medios para cambiar el área en sección transversal interior de una bobina alimentada por un grupo de conductores de alimentación 16a y 16b para acomodar diversos tamaños de piezas de trabajo. Por ejemplo si la pieza de trabajo que pasa a través de la bobina es un artículo tubular continuo orientado longitudinalmente, o los bordes opuestos de una tira de material enrollada y a tope entre sí para soldadura por forja por inducción, donde el diámetro en sección transversal exterior de la pieza de trabajo cambia, la distancia x_1 se puede cambiar para acomodar el cambio en diámetro de sección transversal. Esto puede ocurrir, por ejemplo, en líneas de proceso de tira continua donde la tira de material es suministrada continuamente desde bobinas consecutivas de tira de material de anchura diferente que se sueldan a tope juntas en sus extremos, o líneas de proceso de tira discontinua donde hay una interrupción debido al cambio a una nueva bobina separada de tira de material cuando la bobina de proceso existente llega a su final.

Por ejemplo en la figura 3(a), el tubo 113 se forma de una tira de metal forzada a juntarse en el punto de soldadura 115 para formar el cordón de soldadura 117 conforme la tira avanza en la dirección de la flecha de única cabeza y se aplica fuerza por presión en las direcciones indicadas por las flechas de doble cabeza para forzar a que se junten las partes de borde de la tira enrollada. En la figura 3(a) se puede suministrar alimentación por inducción desde una fuente de alimentación de CA adecuada (no se muestra en la figura) a la bobina de alimentación por terminales de

inducción 121 y 122 de la bobina de inducción 120 para inducir corriente en el metal alrededor de una región en forma de "V" formada al forzar a que se junten bordes de la tira. La corriente inducida fluye alrededor del exterior del tubo y entonces a lo largo de los bordes abiertos en forma de "V" al punto de soldadura 115 como se ilustra mediante la línea de camino de corriente típica 119 (mostrada como línea discontinua) en la figura 3(a). La longitud, y, de esta región en forma de "V" es aproximadamente igual a la distancia entre el extremo de la bobina más cercano al punto de soldadura. En la figura 3(a) la bobina de inducción 120 consiste en tres espiras de bobina, cada una de dichas espiras de bobina 11 contiene un conjunto de segmentos de bobina ajustables 11d; que puede ser similar a cualquier conjunto de segmentos de bobina ajustables descrito en esta memoria, y la espira de bobina 11 es similar a la bobina de inducción solenoidal 10 excepto que cada espira de bobina 11 se conecta a la espira de bobina 11 adyacente o a la bobina de alimentación por terminales de inducción 121 y 122 en los extremos opuestos de bobina 120 como se ilustra en la figura 3(b) y figura 3(c). En esta realización el conjunto de segmentos de bobina ajustables se muestra en la figura 3(a) en la posición de las tres en punto, pero como con otros ejemplos de la invención, los conjuntos de segmentos de bobina ajustables se pueden ubicar en cualquier lugar alrededor de la circunferencia de la bobina de inducción solenoidal.

Dependiendo del área en sección transversal interior de la bobina de inducción y/o la magnitud de la tensión o alimentación eléctrica aplicada a la bobina de inducción, se pueden distribuir dos o más conjuntos de segmentos de bobina ajustables con un segmento de bobina ajustable alrededor de la circunferencia de una o más espiras de la bobina de inducción en serie con segmentos de bobina eléctricamente conductores fijos en cantidad según sea necesario por el número de conjuntos de segmentos de bobina ajustables.

En algunos ejemplos de la invención, opcionalmente se puede proporcionar un conjunto de condensador espacialmente ajustable en paralelo con un conjunto de segmentos de bobina ajustables de modo que un elemento capacitivo ajustable controlado por el conjunto de condensador espacialmente ajustable proporciona una capacitancia variable conforme el elemento capacitivo ajustable hace una transición entre la posición de segmentos cerrados a la posición variable de segmentos abiertos con o sin el segmento de bobina ajustable.

El cambio variable dinámico en el área en sección transversal interior de una bobina de inducción solenoidal de la presente invención se puede proporcionar mediante uno o más medios de detección que detectan un cambio en la geometría de una pieza de trabajo antes de pasar la pieza de trabajo a través de la bobina de inducción solenoidal. Por ejemplo si la pieza de trabajo alimentada es una tira que tiene una anchura, w , que se suelda por forja enrollada hasta una tubería, como se muestra, por ejemplo, en la figura 3(a), se puede proporcionar uno o más sensores de tira. El uno o más sensores de tira pueden ser sensores sin contacto, tales como un haz de láser apuntando al borde de tira de modo que se puede detectar un cambio en la anchura de la tira antes de la formación enrollada (y por lo tanto un cambio en la dimensión exterior de la tubería enrollada); como alternativa el uno o más sensores de tira puede ser un sensor de contacto que hace contacto con un borde de tira antes de la formación enrollada para detectar un cambio en la anchura de la tira. En otro ejemplo de la presente invención, si la pieza de trabajo alimentada a una bobina solenoidal de la presente invención es una tira no continua de anchura constante, el uno o más sensores de tira se pueden disponer para detectar el extremo de la tira no continua que actualmente está siendo calentada inductivamente para iniciar un cambio en la dimensión de sección transversal interior de una bobina de inducción solenoidal de la presente invención conforme el extremo de cola de la tira no continua se aproxima a la entrada a la bobina de inducción solenoidal. El cambio en la anchura, dimensión de sección transversal exterior o terminación de extremo de la pieza de trabajo se pueden introducir a un sistema de control de accionador para un accionador usado en la presente invención para ajuste de la distancia x_1 . Como alternativa el cambio en dimensión de una pieza de trabajo que va a ser una pieza de trabajo de cuerpo entero calentada por inducción puede ser detectado o programado en un controlador lógico programable o programa informático para introducir al sistema de control de accionador para permitir un calentamiento uniforme de extremos recalcados de un tubo o tubería que pasa a través de la bobina de inducción solenoidal donde el extremo recalcado de tubería tiene, por ejemplo, ya sea una pared más gruesa o un diámetro exterior mayor, o ambos, comparados con el cuerpo de tubería entre los extremos recalcados de tubería, al variar la abertura en sección transversal interior de la bobina de inducción solenoidal en el extremo recalcado de tubería. Como alternativa el control del accionador puede ser manual, o selectivamente manual o automático, en todos los ejemplos de la invención.

Se puede conseguir enfriamiento circulatorio forzado de la bobina 10, por ejemplo, con tubos o cavidades de enfriamiento 18 en contacto de transferencia térmica de calor con segmentos de bobina eléctricamente conductores fijos, tales como los segmentos 10a y 10b en la figura 1(a) a la figura 2(b), y un fluido de enfriamiento que fluye dentro de los tubos o cavidades. Si es necesario se puede conseguir enfriamiento circulatorio forzado de un segmento de bobina ajustable. Por ejemplo en la figura 1(a) y la figura 1(b) se pueden entrelazar tubos de enfriamiento con conductores de malla de cobre que constituyen el conductor eléctrico de segmento de bobina ajustable 10c, o dentro de conductores eléctricos tubulares telescópicos o la barra colectoras fija 10c' que constituyen el conductor eléctrico de segmento de bobina ajustable en la figura 2(a) y la figura 2(b). Con esta disposición de aparato de enfriamiento, la dimensión de sección transversal interior de una bobina de inducción solenoidal de la presente invención se puede ajustar sin desconexión de líneas de enfriamiento a la bobina o limitar el flujo de refrigerante a través de los tubos o cavidades de enfriamiento.

En los ejemplos anteriores de la invención, el accionador 10d" está eléctricamente aislado del circuito de bobina

5 solenoidal de modo que fluye corriente a través del segmento de bobina ajustable flexible 10c en la figura 1(b), el segmento de bobina ajustable rígido 10c' en la figura 2(b), y el segmento de bobina ajustable flexible 11c en la figura 3(c). El accionador 10d" se construye de material de manera que pueda aguantar calor y otras condiciones ambientales cuando la bobina de inducción solenoidal está en una posición de segmentos cerrados o una posición variable de segmentos abiertos.

10 En los ejemplos anteriores de la invención, los separadores de segmentos de bobina 10d' y 11d' están eléctricamente aislados del primer y segundo extremos de segmento de bobina ajustable. En otras realizaciones de la invención el separador de segmentos de bobina también puede funcionar como segmento de bobina ajustable que conecta eléctricamente el primer y segundo extremos de segmento de bobina ajustable mientras está eléctricamente aislado del accionador 10d". En esta realización, el segmento de bobina ajustable 10c, 10c' o 11c no es necesario ya que el separador de segmentos de bobina funciona tanto como medios de separación entre el primer y el segundo extremos de segmento de bobina ajustable (o la primera y segunda terminaciones ajustables de bobina solenoidal, o el primer y segundo extremo de espira de bobinas) como conductor eléctrico que mantiene continuidad eléctrica entre el primer y segundo extremos de segmento de bobina ajustable (o la primera y segunda terminaciones ajustables de bobina solenoidal, o el primer y segundo extremo de espira de bobinas).

15 Cuando alguno de los ejemplos de la invención describa una bobina de inducción solenoidal de única espira, los rasgos de la invención en una bobina de inducción solenoidal de única espira pueden ser usados en cada espira de bobina que comprende una bobina de inducción solenoidal de múltiples espiras.

20 Referencia por toda esta memoria descriptiva a "un ejemplo o realización", "uno o más ejemplos o realizaciones" o "diferentes ejemplos o realizaciones," por ejemplo, significa que un rasgo particular se puede incluir en la práctica de la invención. En la descripción, diversos rasgos son agrupados juntos a veces en un único ejemplo, realización, figura o descripción de los mismos con el propósito de simplificar la descripción y ayudar a entender diversos aspectos inventivos.

REIVINDICACIONES

1. Una bobina de inducción solenoidal que comprende al menos una espira de bobina ajustable (10 o 11) con una abertura en sección transversal interior dinámicamente variable, la al menos una espira de bobina ajustable tiene un primer extremo de espira de bobina (10b' o 11b') conectado a una primera espira de bobina adyacente de la bobina de inducción solenoidal o a una primera terminación de alimentación de bobina, y un segundo extremo de espira de bobina (10b' o 11 b') conectado a una segunda espira de bobina adyacente de la bobina de inducción solenoidal o a una segunda terminación de alimentación de bobina, la al menos una espira de bobina ajustable comprende:
- un primer segmento de espira de bobina (10a o 11a) y un segundo segmento de espira de bobina (10b o 11b), el primer segmento de espira de bobina (10a o 11a) se extiende desde el primer extremo de espira de bobina (10a' o 11a') a un primer extremo de segmento de bobina ajustable (10a" o 11a") opuesto al primer extremo de espira de bobina (10a' o 11a'), el segundo segmento de espira de bobina (10b o 11b) se extiende desde el segundo extremo de espira de bobina (10b' o 11b') a un segundo extremo de segmento de bobina ajustable (10b" o 11b") opuesto al segundo extremo de espira de bobina (10b' o 11b'), el primer y el segundo extremos de segmento de bobina ajustable (10a" y 10b" o 11a" y 11b") ubicados de manera movable uno próximo a otro en una posición de segmentos cerrados para formar una conexión eléctricamente continua entre el primer y el segundo extremos de segmento de bobina ajustable (10a" y 10b" o 11a" y 11b");
- un segmento de espira de bobina ajustable (10c o 11c) que conecta eléctricamente el primer y segundo extremos de segmento de bobina ajustable (10a" y 10b" o 11a" y 11b"); y
- un conjunto de segmentos de bobina ajustables (10d o 11d) que comprende un separador de segmentos de espira de bobina (10d' o 11d') para proporcionar una distancia de extremos de segmento de bobina ajustable entre el primer y el segundo extremos de segmento de bobina ajustable (10a" y 10b" o 11a" y 11b"), y un accionador (10d" o 11d") para ajustar dinámicamente la distancia de extremos de bobina ajustable caracterizado por que la abertura en sección transversal interior de la al menos una espira de bobina ajustable es dinámicamente variable entre la posición de segmentos cerrados cuando el segmento de bobina ajustable (10c o 11c) se cortocircuita y una posición variable de segmentos abiertos cuando el segmento de espira de bobina ajustable (10c o 11c) forma una conexión eléctricamente continua entre el primer y el segundo extremos de segmento de bobina ajustable opuestos (10a' y 10b' o 11a' y 11b').
2. Una bobina de inducción solenoidal según la reivindicación 1 en donde el primer extremo de espira de bobina se conecta a la primera terminación de alimentación de bobina y el segundo extremo de espira de bobina se conecta a la segunda terminación de alimentación de bobina, la primera y la segunda terminaciones de alimentación aseguradas fijamente entre sí y separadas eléctricamente entre sí.
3. Una bobina de inducción solenoidal según la reivindicación 1 o 2 en donde el primer o el segundo segmento de espira de bobina (10a o 10b; o 11a o 11b) se forma de una composición flexible.
4. Una bobina de inducción solenoidal según la reivindicación 1 o 3 en donde el primer extremo de espira de bobina se conecta a la primera terminación de alimentación de bobina y el segundo extremo de espira de bobina se conecta a la segunda terminación de alimentación de bobina, la bobina de inducción solenoidal comprende además una primera y una segunda unión flexible (16a y 16b) conectadas respectivamente entre la primera y segunda terminaciones de alimentación y un primer y un segundo salida de un fuente de alimentación eléctrica.
5. Una bobina de inducción solenoidal según la reivindicación 1, 2, 3 o 4 en donde el separador de segmentos de espira de bobina (10d o 11d) comprende una varilla de separador (10d' o 11d'), la varilla de separador (10d' o 11d') conectada en un primer extremo al primer extremo de segmento de bobina ajustable (10a" o 11a") mediante un acople eléctricamente aislado, la varilla de separador (10d' o 11d') pasa a través de un orificio eléctricamente aislado en el segundo extremo de segmento de bobina ajustable (10b" o 11b") y conectado a una salida lineal del accionador (10d" o 11d") para mover el primer segmento de bobina ajustable (10a o 11a) respecto al segundo segmento de bobina ajustable (10b o 11b).
6. Una bobina de inducción solenoidal según la reivindicación 1, 2, 3 o 4, en donde el separador de segmentos de bobina (10d o 11d) comprende una varilla roscada (10d' o 11d'), la varilla roscada (10d' o 11d') conectada respectivamente al primer y el segundo extremos de segmento de bobina ajustable (10a" y 10b" o 11a" y 11b") mediante una primera y una segunda conexión roscada eléctricamente aislada y una salida rotacional del accionador (10d" o 11d") para mover el primer y el segundo segmentos de bobina ajustables (10a' y 10b' o 11a' y 11b') relativamente entre sí.
7. Una bobina de inducción solenoidal según una cualquiera o más de la reivindicaciones anteriores, en donde el segmento de espira de bobina ajustable comprende un miembro rígido no flexible (10c').
8. Una bobina de inducción solenoidal según una cualquiera o más de la reivindicaciones anteriores, en donde el segmento de espira de bobina ajustable (10c, 10c' o 11c) comprende además un elemento capacitivo ajustable en paralelo con el segmento de espira de bobina ajustable (10c, 10c' o 11c), el elemento capacitivo ajustable controlado

por un conjunto de condensador espacialmente ajustable.

9. Una bobina de inducción solenoidal según una cualquiera o más de la reivindicaciones anteriores, que comprende además uno o más conductos de enfriamiento fijos (18) en contacto de transferencia de calor térmico con el primer o segundo segmento de espira de bobina (10a o 10b; 11a o 11b) para hacer fluir un medio de enfriamiento a través del uno o más conductos de enfriamiento (18).

10. Una bobina de inducción solenoidal según una cualquiera o más de la reivindicaciones anteriores, que comprende además uno o más conductos de enfriamiento interiores en la al menos una espira de bobina ajustable (10 o 11) para hacer fluir continuamente el medio de enfriamiento secuencialmente a través del primer segmento de espira de bobina (10a o 11a), el segmento de espira de bobina ajustable (10c, 10c' o 11c) y el segundo segmento de espira de bobina (10b o 11b).

11. Un método para variar dinámicamente una abertura en sección transversal interior de al menos una espira de bobina ajustable (10 o 11) de una bobina de inducción solenoidal durante calentamiento o soldadura por forja de una pieza de trabajo de geometría variable que a través de la abertura en sección transversal interior, la al menos una espira de bobina ajustable (10 o 11) formada de: un primer segmento de bobina (10a o 11a) y un segundo segmento de bobina (10b o 11b), el primer segmento de bobina (10a o 11a) tiene un primer extremo de terminación de segmento (10a' o 11a') y un primer extremo de segmento de bobina ajustable (10a" o 11b") opuesto al primer extremo de terminación de segmento, el segundo segmento de bobina (10b o 11b) tiene un segundo extremo de terminación de segmento (10b' o 11b') y un segundo extremo de segmento de bobina ajustable (10b" o 11b") opuesto al segundo extremo de terminación de segmento (10b' o 11b'), el primer extremo de terminación de segmento y el segundo extremo de terminación de segmento conectados a una fuente de alimentación o respectivamente a una primera y una segunda espiras de bobina adyacentes de la al menos una espira de bobina ajustable, el primer y el segundo extremos de segmento de bobina ajustable (10a" y 10b" o 11a" y 11b") ubicados de manera movable uno próximo a otro en una posición de segmentos cerrados para formar una conexión eléctricamente continua entre el primer y el segundo extremos de segmento de bobina ajustable (10a" y 10b" o 11a" y 11b"); un segmento de bobina ajustable (10c, 10c' o 11c) que conecta eléctricamente el primer y el segundo extremos de segmento de bobina ajustable (10a" y 10b" o 11a" y 11b"), el método comprende:

detectar un cambio de geometría de pieza de trabajo antes de hacer pasar la pieza de trabajo de geometría variable a través de la bobina de inducción solenoidal con uno o más sensores para sacar un cambio de geometría detectado de pieza de trabajo;

proporcionar un conjunto de segmentos de bobina ajustables (10d o 11d) que comprende un separador de segmentos de bobina (10d' o 11d') para proporcionar una distancia de extremos de segmento de bobina ajustable entre el primer y el segundo extremos de segmento de bobina ajustable (10a" y 10b" o 11a" y 11b"), y un accionador (10d" o 11d") para ajustar dinámicamente la distancia de extremos de segmento de bobina ajustable caracterizada por que el accionador (10d" o 11d") varía dinámicamente la abertura en sección transversal interior de la al menos una espira de bobina ajustable entre una posición de segmentos cerrados cuando el segmento de bobina ajustable (10c o 11c) se cortocircuita y una posición variable de segmentos abiertos cuando el segmento de bobina ajustable (10c o 11c) forma una conexión eléctricamente continua entre el primer y segundo extremos de segmento de bobina ajustable (10a" y 10b" o 11a" y 11b"); y

sacar el cambio de geometría detectado de pieza de trabajo a un controlador de accionador para la introducción al accionador (10d" o 11d"), la abertura en sección transversal interior de la al menos una espira de bobina ajustable (10 o 11) variada dinámicamente por el accionador (10d" o 11d") entre la posición de segmentos cerrados y la posición variable de segmentos abiertos en respuesta al cambio de geometría detectado de pieza de trabajo.

12. Un método según la reivindicación 11 donde la detección del cambio de geometría de pieza de trabajo comprende detectar un cambio en una anchura de la pieza de trabajo de geometría variable o un extremo de cola de la pieza de trabajo de geometría variable.

13. Un método según la reivindicación 11 o 12 que comprende además insertar un elemento capacitivo ajustable en paralelo con el segmento de espira de bobina ajustable (10 o 11).

14. Un método según la reivindicación 11, 12 o 13 y que comprende además ajustar una impedancia de la al menos una espira de bobina ajustable moviendo el primer extremo de segmento de bobina ajustable (10a" o 11a") y el segundo extremo de segmento de bobina ajustable (10b" o 11b") entre la posición de segmentos cerrados y la posición variable de segmentos abiertos.

15. Un método según la reivindicación 11, 12, 13 o 14 donde la soldadura por forja comprende formar un tubo (113) donde la pieza de trabajo de geometría variable es una tira enrollada de metal que pasa a través de la abertura en sección transversal interior de la bobina de inducción solenoidal y la al menos una espira de bobina ajustable (11) comprende múltiples segmentos de bobina ajustables (11c) y conjuntos de segmento ajustable (11d).

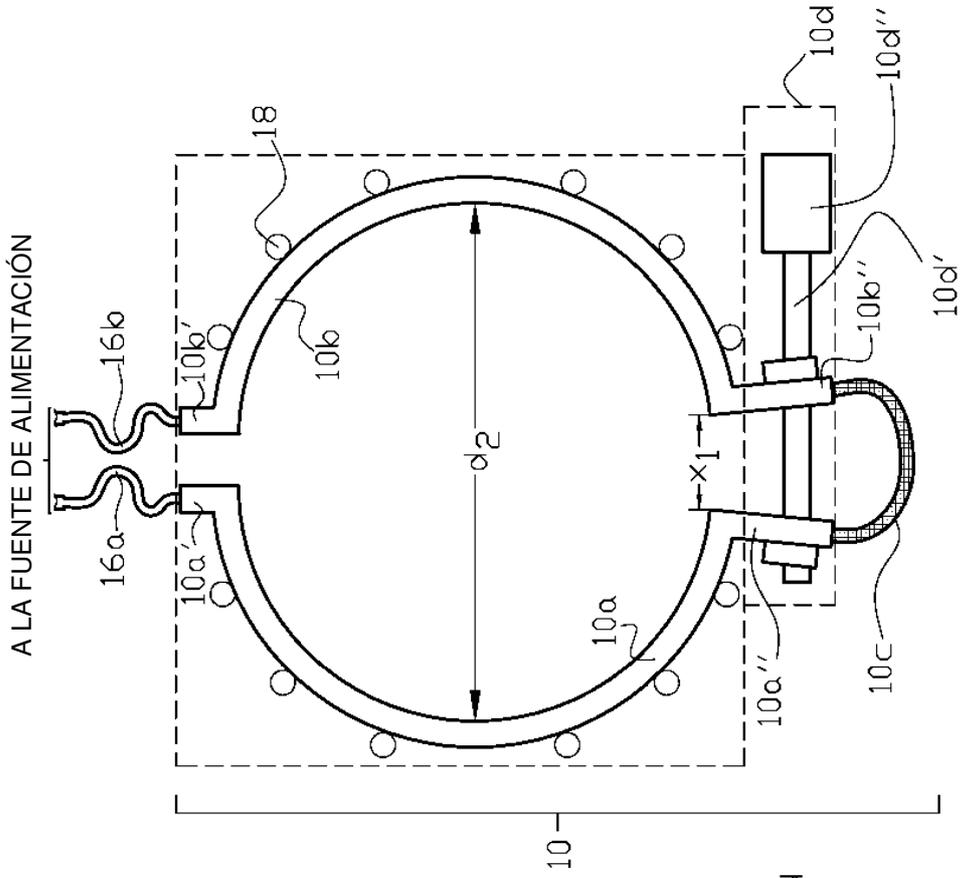


FIG. 1(a)

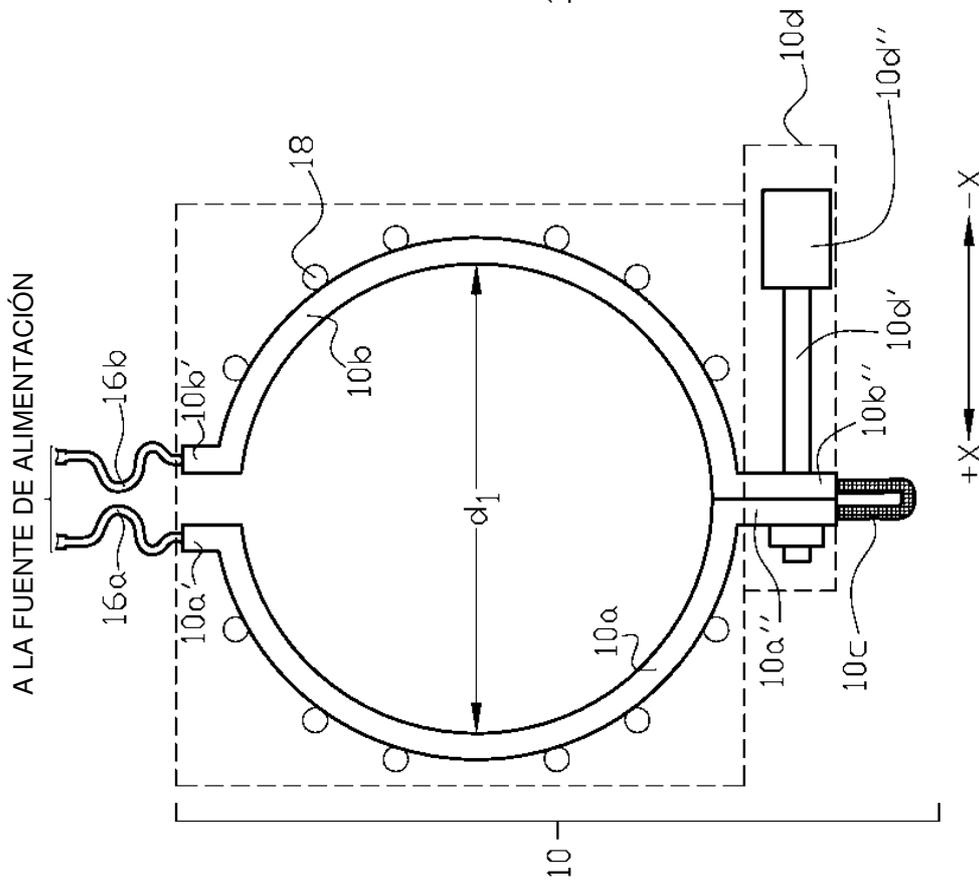


FIG. 1(b)

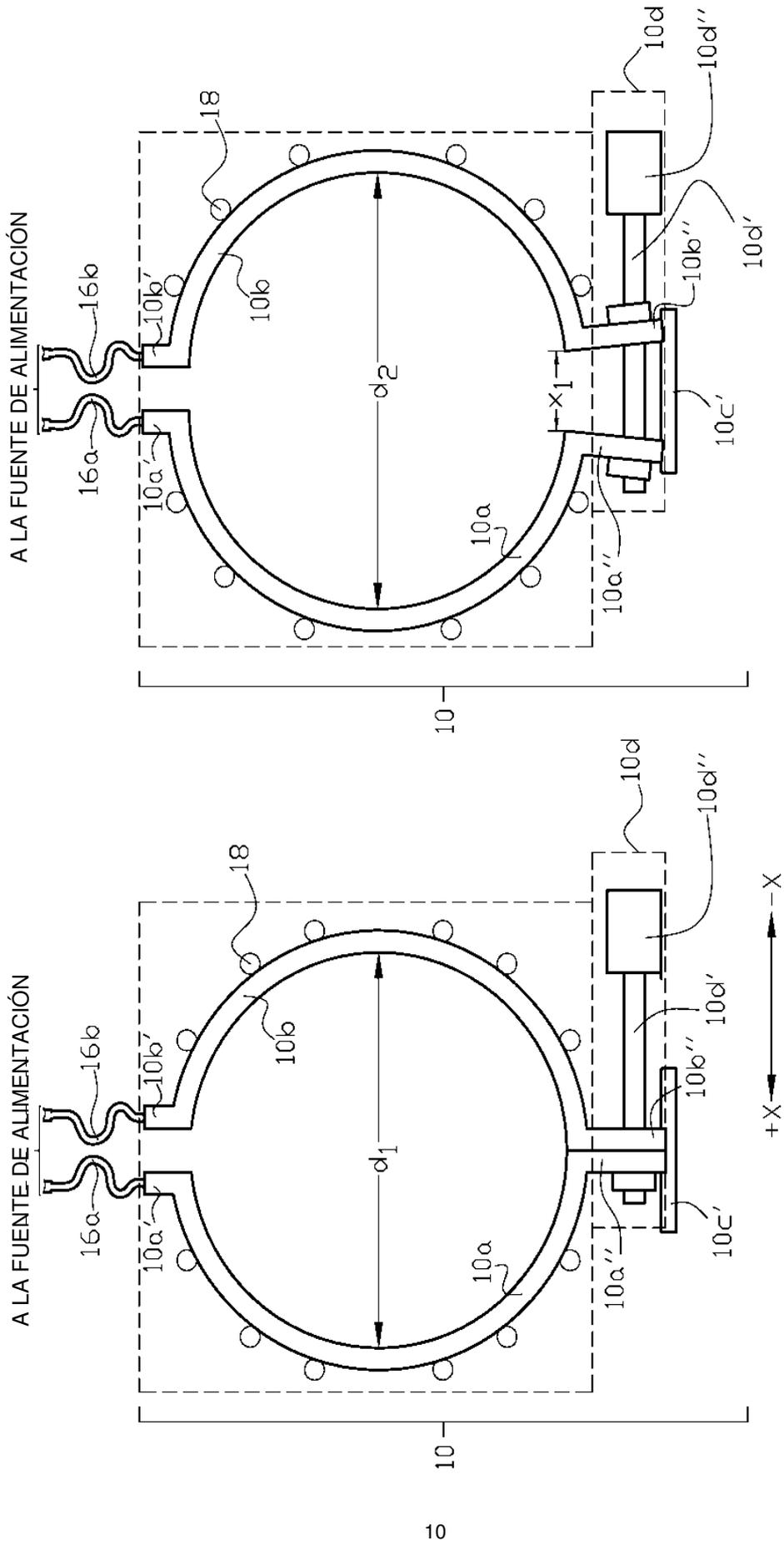


FIG. 2(a)

FIG. 2(b)

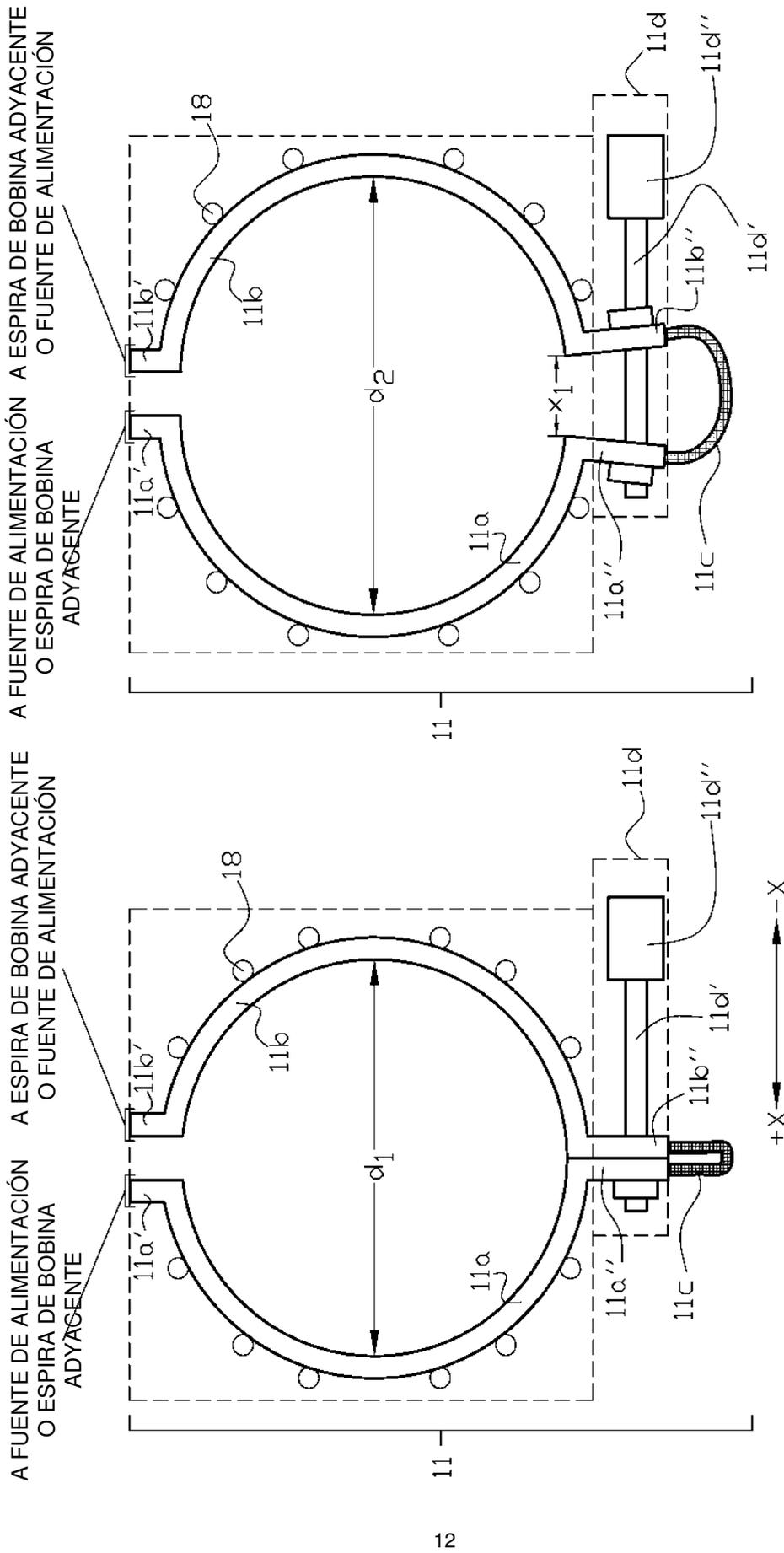


FIG. 3(b)

FIG. 3(c)