

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 624**

51 Int. Cl.:

H01F 6/00 (2006.01)

H01F 41/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2014** E 14194112 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017** EP 2876654

54 Título: **Aparato y procedimiento para doblar y enrollar conductores para fabricar bobinas superconductoras**

30 Prioridad:

20.11.2013 IT TO20130942

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

14.12.2017

73 Titular/es:

**CTE SISTEMI S.R.L. (100.0%)
Via Galeazzo Alessi 5-1
16128 Genova, IT**

72 Inventor/es:

DANI, MARCO

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 646 624 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

Aparato y procedimiento para doblar y enrollar conductores para fabricar bobinas superconductoras

5 La presente invención se refiere a un aparato y a un procedimiento para doblar y enrollar conductores para fabricar bobinas superconductoras, en particular bobinas superconductoras que tengan giros de forma circular. Un aparato para doblar y enrollar conductores para fabricar bobinas superconductoras, en particular bobinas superconductoras que tengan giros de forma circular, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente 1, es conocido a partir del documento "PF Coil Fabrication Overview", 15 de octubre de 2012 (15/10/2012), XP055124576,
10 recuperado de Internet: [https://industryportal.f4e.europa.eu/Documents/F4E PF Coils Info Day - 3. Fabrication JF.pdf](https://industryportal.f4e.europa.eu/Documents/F4E_PF_Coils_Info_Day_-_3_Fabrication_JF.pdf).

Un aparato típico para doblar y enrollar conductores para fabricar bobinas superconductoras comprende básicamente una unidad de desenrollado y de estiramiento y una unidad de doblado y de enrollado. La unidad de desenrollado y de estiramiento tiene la función de desenrollar una bobina de eje vertical, formada por un conductor
15 que está doblado con un radio constante y está enrollado a lo largo de una trayectoria helicoidal cilíndrica, proporcionando un conductor estirado. Para este fin, la unidad de desenrollado y de estiramiento hace que la bobina rote alrededor de su eje vertical y, al mismo tiempo, estira el conductor que sale de la bobina por medio de un dispositivo de estiramiento de rodillo. La bobina se desenrolla usualmente de manera continua y a velocidad constante, pero la velocidad también puede cambiarse por el operario o por el sistema de control por varias razones,
20 por ejemplo, puede reducirse durante algunas fases críticas de la operación de enrollado posterior. La unidad de doblado y de enrollado comprende un dispositivo de doblado dispuesto para doblar el conductor estirado y una mesa rotativa sobre la cual se sitúa el conductor doblado que sale del dispositivo de doblado; de este modo, se forma un conjunto de giros para fabricar la bobina superconductora. Pueden proporcionarse dispositivos adicionales entre la unidad de desenrollado y de estiramiento y la unidad de doblado y de enrollado, dispositivos que están dispuestos
25 para tratar el conductor estirado que sale de la unidad de desenrollado y de estiramiento, tales como, por ejemplo, uno o más dispositivos de estiramiento fino colocados corriente abajo del dispositivo de estiramiento para estirar más el conductor, un dispositivo de limpieza y un dispositivo de limpieza con chorro de arena. Sin embargo, el dispositivo de limpieza con chorro de arena puede colocarse corriente abajo, en lugar de corriente arriba, del dispositivo de doblado. Se pueden disponer otros dispositivos entre el dispositivo de doblado y la mesa rotativa para tratar el
30 conductor doblado que sale del dispositivo de doblado.

Típicamente, la bobina superconductora no se obtiene enrollando el conductor a lo largo de una trayectoria helicoidal cilíndrica con un eje vertical y, por lo tanto, con el conductor estando doblado con un radio de curvatura constante, pero del siguiente modo. Primero, el conductor se dobla con un radio constante para un gran angular (por ejemplo
35 330 grados) y luego se realiza una parte de unión, generalmente denominada "transición de giro a giro", que toma el ángulo restante (por ejemplo 30 grados) hasta un ángulo redondo. Dicha parte de unión está fabricada a fin de terminar con el conductor dispuesto de nuevo tangencialmente al eje de la bobina, pero separado de del mismo, hacia adentro o hacia fuera, por un paso de giro (que normalmente es igual al tamaño transversal de un giro más el espacio ocupado por la capa aislante). Este modo permite obtener un enrollado plano perfectamente simétrico
40 axialmente para un gran angular (que es importante para garantizar un funcionamiento correcto de la bobina), limitándose la trayectoria no simétrica axialmente a un ángulo relativamente estrecho con respecto al ángulo redondo.

La transición de un giro al adyacente puede hacerse en forma de una S por medio de una matriz accionada hidráulicamente. Esta operación ha de realizarse manualmente y con la mesa rotativa detenida y, por tanto, implica un aumento en el tiempo total requerido para fabricar la bobina, así como el riesgo de errores de posicionamiento. Por lo tanto, aunque esta primera solución permite limitar el ángulo de la transición, actualmente no es la preferida. De acuerdo con la presente invención, como segunda solución, la transición de un giro al siguiente se obtiene haciendo con el dispositivo de doblado, en el extremo de la parte que tiene un radio de curvatura constante, una
50 porción de unión que comprende una sección con un radio de curvatura más pequeño (con respecto al radio de curvatura constante mencionado anteriormente) y una sección con un radio de curvatura más grande (nuevamente, con respecto al radio de curvatura constante mencionado anteriormente). Fabricar primero la sección con el radio de curvatura más pequeño y luego la sección con el radio de curvatura más grande permite cambiar del giro formado anteriormente a un nuevo giro interno, mientras que fabricar las dos secciones en el orden inverso permite cambiar del giro formado anteriormente a un nuevo giro externo. Preferentemente, la sección con el radio de curvatura más grande es una sección recta, es decir, una sección que tiene un radio de curvatura infinito, ya que fabricar esta sección como recta permite minimizar, siendo todas las demás condiciones las mismas, la longitud total de la parte de unión .

60 La segunda solución mencionada anteriormente para hacer la transición de giro a giro requiere un ángulo de transición más amplio, pero es más rápida y más precisa y no implica paradas del aparato. Con el fin de permitir que el aparato lleve a cabo la transición de giro a giro usando esta segunda solución, se sabe que tiene el dispositivo de doblado estacionario, junto con la unidad de desenrollado y estiramiento y con los dispositivos adicionales, si los hay, corriente arriba del dispositivo de doblado, y que tiene la mesa rotativa que puede trasladarse en el plano
65 horizontal (en particular tanto en la dirección delantera del conductor estirado, de aquí en adelante denominada dirección longitudinal, como en la dirección x, y en una dirección perpendicular a la dirección x, de aquí en adelante

denominada dirección transversal, o dirección y), a fin de permitir que la mesa rotativa cambie su posición en el plano horizontal (por lo tanto, tanto en la dirección x como en la dirección y) cuando se cambie el radio de curvatura en el comienzo de la fase de transición y hasta el final de esa fase. Al final de la fase de transición, la mesa rotativa estará en la misma posición a lo largo de la dirección x que la inicial, mientras que, a lo largo de la dirección, se cambiará una distancia igual a un paso de giro. Una vez que se haya completado la fase de transición y hasta la siguiente fase de transición, la mesa rotativa solo estará sujeta al movimiento rotativo.

Cuando se tengan que producir bobinas superconductoras de gran tamaño, con un diámetro del orden de 20 metros o más, puede ser muy difícil hacer que la mesa rotativa se traslade en el plano horizontal. Un aparato que tiene que producir bobinas de dichos tamaños y, para obtener la transición de giro a giro de acuerdo con la segunda solución descrita anteriormente, es por lo tanto muy complicado y costoso.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato y un procedimiento para doblar y enrollar conductores para fabricar bobinas superconductoras que permitan obtener una transición de giro a giro de acuerdo con la segunda solución analizada anteriormente y que sean menos complicados que la técnica anterior.

Este y otros objetos se logran por completo de acuerdo con la presente invención en virtud de un aparato y de un procedimiento para doblar y enrollar conductores para fabricar bobinas superconductoras como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas 1 y 4, respectivamente.

Otras características ventajosas de la invención se presentan en las reivindicaciones dependientes, cuyo contenido ha de entenderse como que es una parte integrante e integradora de la siguiente descripción.

En resumen, la invención se basa en la idea de proporcionar a la mesa rotativa solo un movimiento rotativo alrededor de su eje, de proporcionar a toda la parte del aparato corriente arriba de la mesa rotativa (es decir, la unidad de desenrollado y de estiramiento, el dispositivo de doblado y los dispositivos adicionales, si existen, proporcionados entre la unidad de desenrollado y de estiramiento y el dispositivo de doblado) un movimiento de traslación a lo largo de la dirección transversal y de proporcionar solamente al dispositivo de doblado también un movimiento de traslación longitudinal, de este modo la fase de transición de giro a giro se lleva a cabo combinando adecuadamente el movimiento rotativo de la mesa rotativa, el movimiento de traslación de la parte del aparato corriente arriba de la mesa rotativa, incluido el dispositivo de doblado, en la dirección transversal y el movimiento de traslación del dispositivo de doblado en la dirección longitudinal.

Otras características y ventajas de la invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, dada meramente a modo de ejemplo no limitativo con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

la Figura 1 es una vista en planta esquemática de un aparato para doblar y enrollar conductores para fabricar bobinas superconductoras de acuerdo con un modo de realización de la presente invención;

la Figura 2 es una vista en perspectiva del dispositivo de doblado del aparato de la Figura 1; y

las Figuras 3a a 3g son vistas esquemáticas que muestran en secuencia cómo se lleva a cabo la fase de transición de giro a giro con un aparato y un procedimiento de acuerdo con la invención. Con referencia primero a la Figura 1, un aparato para doblar y enrollar conductores C para fabricar bobinas superconductoras B comprende básicamente:

- una unidad de desenrollado y de estiramiento 10, es decir, una primera unidad de trabajo, para desenrollar una bobina con eje vertical, que está formada por el conductor C que está doblado con un radio constante y está enrollado a lo largo de una trayectoria helicoidal cilíndrica, y para suministrar un conductor C estirado,
- una unidad de doblado y de enrollado 12, es decir, una segunda unidad de trabajo, que comprende un dispositivo de doblado 14 dispuesto para doblar el conductor C estirado que sale de la unidad de desenrollado y de estiramiento 10 y una mesa rotativa 16 sobre la cual se sitúa el conductor C doblado que sale del dispositivo de doblado 14 mediante el cual se forma un conjunto de giros para fabricar la bobina superconductora B y
- una pluralidad de dispositivos intermedios 18 que están colocados entre la unidad de desenrollado y de estiramiento 10 y la unidad de doblado y de enrollado 12 y están dispuestos para tratar el conductor C corriente arriba de la unidad de doblado y de enrollado 12, tal como por ejemplo uno o más dispositivos de estiramiento fino 18 dispuestos para estirar más el conductor C que sale de la unidad de desenrollado y de estiramiento 10, un dispositivo de limpieza 20 y un dispositivo de limpieza con chorro de arena 22.

La mesa rotativa 16 está montada a fin de ser rotativa alrededor de su eje z (eje vertical), así como también trasladable a lo largo de ese eje. Sin embargo, la mesa rotativa 16 no puede moverse en el plano horizontal y, por lo tanto, la posición de su eje z es fija. El dispositivo de doblado 14 es trasladable a lo largo de una dirección x (de aquí en adelante denominada dirección longitudinal) que coincide con la dirección del eje longitudinal del conductor C estirado que se suministra por la unidad de desenrollado y de estiramiento 10 al dispositivo de doblado 14. Toda la parte del aparato que está situada corriente arriba de la mesa rotativa 16, es decir, el dispositivo de doblado 14, la unidad de desenrollado y de estiramiento 10 y los dispositivos intermedios 18, 20 y 22, si los hay, interpuestos entre el dispositivo de doblado 14 y la unidad de desenrollado y de estiramiento 10, es trasladable a lo largo de una dirección y (de aquí en adelante denominada dirección transversal) que está orientada horizontalmente y perpendicularmente a la dirección longitudinal.

La Figura 2 muestra un ejemplo típico de un dispositivo de doblado 14 que puede usarse en un aparato para doblar

y enrollar conductores para fabricar bobinas superconductoras y, más específicamente, un denominado dispositivo de doblado de tres rodillos, es decir un dispositivo de doblado que comprende tres rodillos 24, 26 y 28, denominados usualmente primer rodillo, rodillo central y rodillo de doblado, respectivamente, que están colocados de tal manera que el conductor C que está suministrándose a través del dispositivo de doblado 14 pasa entre el primer rodillo 24 y el rodillo de doblado 28 en un lado y el rodillo intermedio 26 en el lado opuesto. En el modo de realización mostrado en la Figura 2, el dispositivo de doblado 14 comprende rodillos adicionales, que están colocados corriente arriba y corriente abajo de los tres rodillos mencionados anteriormente, respectivamente, pero estos rodillos adicionales también podrían omitirse. Además, el dispositivo de doblado 14 también podría tener una configuración diferente de la mostrada en el presente documento.

La forma en que la fase de transición de giro a giro, y más específicamente la transición de un giro externo S_e a un giro interno S_i de la bobina B, se lleva a cabo en un aparato de acuerdo con la presente invención, se describirá ahora con referencia a las Figuras 3a a 3g, con respecto al caso donde la porción de unión entre los dos giros comprende una primera sección curvada que tiene un radio de curvatura más pequeño y una segunda sección recta.

La Figura 3a muestra la condición al final de la porción de giro de radio constante principal. Durante todo el proceso de fabricación de esta parte de giro, el dispositivo de doblado 14 no se mueve a lo largo de la dirección x, la parte del aparato que está colocada corriente arriba de la mesa rotativa 16 (incluido el dispositivo de doblado 14) no se mueve a lo largo de la dirección y y la mesa rotativa 16 se pone en rotación alrededor del eje z (por ejemplo a una velocidad constante), con el conductor C enviándose a lo largo de la dirección x (por ejemplo a una velocidad constante también), desde la unidad de desenrollado y de estiramiento 10 al dispositivo de doblado 14.

Durante la fase de transición de giro a giro, el movimiento de traslación a lo largo de la dirección y de la parte del aparato que está situada corriente arriba de la mesa rotativa 16 y el movimiento de traslación a lo largo de la dirección x del dispositivo de doblado 14, así como el movimiento rotativo de la mesa giratoria 16 alrededor de su eje z, se controlan como se explica a continuación.

En lo que respecta al movimiento de traslación del dispositivo de doblado 14 a lo largo de la dirección x, la ley de movimiento que se aplica preferentemente es la siguiente:

$$\Delta x (\alpha) = R \cdot \sin \alpha,$$

en la que α es la posición angular actual de la mesa rotativa 16 (por lo tanto, de la bobina B que está formándose en la mesa rotativa 16), medida desde el punto de inicio de la transición, y R es la distancia entre el eje de rotación z de la mesa rotativa 16 (es decir, de la bobina B) y el centro de curvatura de la primera sección (sección curva) de la transición, es decir, la diferencia entre el radio del giro S_e que ya se ha formado y el radio de la primera sección de la transición.

Tan pronto como se haya completado la parte de giro de radio constante, el dispositivo de doblado comienza a moverse en la dirección x (véanse las Figuras 3b y 3c), preferentemente de acuerdo con la ley de movimiento mencionada anteriormente, a fin de cumplir con el requisito de tangencia del eje longitudinal del conductor C con el arco de la transición en el punto actual. Durante el proceso de fabricar la parte curva de la transición, la posición de los rodillos del dispositivo de doblado 14 se ajusta para definir el radio correcto de la parte curva de la transición. Además, durante el proceso de fabricar la parte curva de la transición, se causa que la parte del aparato que se coloca corriente arriba de la mesa rotativa 16 se mueva a lo largo de la dirección y hacia la posición radial, con respecto a la mesa rotativa 16, correspondiente al giro interno S_i .

La Figura 3d muestra el punto final de la porción curva de la transición. En esta condición, el dispositivo de doblado 14 ha alcanzado su posición máxima hacia adelante a lo largo de la dirección x, mientras que la parte del aparato que está situada corriente arriba de la mesa rotativa 16 ha alcanzado una posición a lo largo de la dirección y correspondiente a la vuelta interna S_i , ya que se ha movido a lo largo de esta dirección mediante un paso de giro. En la condición ilustrada en la Figura 3d, tanto la rotación de la mesa rotativa 16 como el movimiento hacia adelante del conductor C se han detenido para permitir que el dispositivo de doblado 14 retroceda a la posición correcta a lo largo de la dirección x para poder comenzar el doblado de la porción principal de radio constante, que tendrá un radio igual al del giro anterior S_e menos un paso de tono (ver Figura 3f).

Para permitir que el dispositivo de doblado 14 se mueva a lo largo de la dirección x en la dirección opuesta a la del movimiento anterior, primero es necesario adaptar la posición de los rodillos del dispositivo de doblado 14, en particular del rodillo de doblado 28, a la parte estirada del conductor C. Esta fase se muestra en la Figura 3e.

La Figura 3f se refiere a la condición en la que la porción de transición se ha realizado por completo. En esta figura, la sección curva de la parte de transición se indica con L_1 , mientras que la sección recta se indica con L_2 .

La Figura 3g muestra una primera porción de radio constante del giro interno S_i que ya se ha realizado. El rodillo de doblado 28 ha alcanzado, a partir del final de la fase mostrada en la Figura 3e, la posición adecuada para formar el giro interno S_i . A lo largo de la porción de radio constante del giro interno S_i se aplican las mismas consideraciones

que las ya establecidas con referencia a la Figura 3a.

Con respecto al movimiento de los rodillos del dispositivo de doblado 14 en la dirección y, es decir, el movimiento que produce y controla el doblado del conductor C, se ajusta normalmente en función del movimiento hacia delante del conductor C a través del propio dispositivo de doblado, y más específicamente en función del movimiento del conductor que sale del dispositivo de doblado. En este caso, esto será un movimiento hacia delante relativo, es decir, un movimiento hacia adelante del conductor C que salga del dispositivo de doblado 14 con relación al propio dispositivo de doblado. Indicando con Δt el arco actual de la transición y con r el radio de la transición, se aplica la siguiente ecuación:

$$\Delta t = \alpha \cdot r.$$

Debe tenerse en cuenta que las ecuaciones mencionadas anteriormente se refieren solamente a los parámetros "después del doblado", tal como α y Δt , mientras que el movimiento hacia delante del conductor relativo al dispositivo de doblado debe estar previsto como "que sale del dispositivo de doblado". La razón es que, de esta forma, las ecuaciones no se ven afectadas por errores de aproximación debido a cambios en la longitud del conductor en el interior del dispositivo de doblado. Sin embargo, en la práctica no es fácil medir el movimiento hacia delante del conductor relativo al dispositivo de doblado después del doblado, particularmente en el caso de una transición que implique cambios de radio. Por lo tanto, es admisible, en lo que respecta a la transición, usar en la práctica el movimiento hacia delante antes de doblar, ya que es fácil medir con un sistema codificador apropiado, pasando por alto de este modo el pequeño error conectado con el cambio de longitud a través de una longitud relativamente corta.

Además de proporcionar una solución estructuralmente menos complicada para realizar la transición de giro a giro, que es particularmente ventajosa en el caso de bobinas de gran tamaño, la presente invención ofrece la ventaja de permitir realizar las correcciones de posición requeridas para compensar los errores debidos a la elasticidad de la porción de conductor comprendida entre los rodillos del dispositivo de doblado. Típicamente, el centro de curvatura del conductor que sale del dispositivo de doblado no se encuentra en el plano transversal central del propio dispositivo de doblado, es decir, en el plano que es perpendicular al longitudinal del conductor que entra en el dispositivo de doblado y pasa a través del eje de el rodillo central del dispositivo de doblado. Esto se debe al componente elástico de la porción de conductor comprendida entre los rodillos del dispositivo de doblado. El componente elástico se libera cuando el conductor abandona el dispositivo de doblado. En general, la posición del centro de curvatura del conductor que sale del dispositivo de doblado está significativamente separada de dicho plano transversal central, tanto en la dirección longitudinal x como en la dirección transversal y . Este efecto debe compensarse, ya que las tensiones elásticas en la parte doblada del conductor comprendida entre el dispositivo de doblado y la mesa rotativa deben cancelarse tanto como sea posible, ya que estas tensiones pueden causar deformaciones del conductor que sean, por supuesto, indeseables. Las correcciones requeridas pueden realizarse, con un aparato de acuerdo con la invención, moviendo adecuadamente el dispositivo de doblado a lo largo de las direcciones x e y o moviendo adecuadamente la parte del aparato corriente arriba del dispositivo de doblado a lo largo de la dirección y .

Naturalmente, permaneciendo inalterado el principio de la invención, los modos de realización y los detalles constructivos pueden modificarse ampliamente con respecto a los descritos e ilustrados meramente a modo de ejemplo no limitativo, sin apartarse de ese modo del alcance de protección como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato para doblar y enrollar conductores (C) para fabricar bobinas superconductoras (B), comprendiendo el aparato
una primera unidad de trabajo (10) para desenrollar una bobina de conductor (C) y proporcionar un conductor (C) estirado, y
una unidad de doblado y de enrollado (12) que comprende un dispositivo de doblado (14) dispuesto para doblar el conductor estirado (C) que sale de la primera unidad de trabajo (10) y una mesa rotativa (16) sobre la cual se sitúa el
10 conductor (C) doblado que sale del dispositivo de doblado (14); de este modo, se forma un conjunto de giros para fabricar la bobina superconductora (B).
caracterizado
por que la mesa rotativa(16) está montada de forma rotativa alrededor de un eje vertical estacionario (z),
por que el dispositivo de doblado (14) está montado a fin de poder trasladarse tanto en una dirección longitudinal (x) que coincida con la dirección de un eje longitudinal del conductor (C) estirado que se suministre por la primera
15 unidad de trabajo (10) al dispositivo de doblado (14) como en una dirección transversal (y) perpendicular a la dirección longitudinal (x), y
por que la primera unidad de trabajo (10) se monta a fin de poder trasladarse, junto con el dispositivo de doblado (14), solo en la dirección transversal (y).
- 20 2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además, entre la primera unidad de trabajo (10) y la segunda unidad de trabajo (12), una pluralidad de dispositivos intermedios (18, 20, 22) dispuestos para tratar el conductor (C) estirado corriente arriba de la segunda unidad de trabajo (12), pudiendo trasladarse dichos dispositivos intermedios (18, 20, 22), junto con la primera unidad de trabajo (10) y con el dispositivo de doblado (14),
25 solamente en la dirección transversal (y).
3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dichos dispositivos intermedios (18, 20, 22) comprenden uno o más dispositivos de estiramiento fino (18) dispuestos para estirar más el conductor (C) estirado que sale de la primera unidad de trabajo (10) y/o un dispositivo de limpieza (20) y/o un dispositivo de limpieza con chorro de arena
30 (22).
4. Procedimiento para doblar y enrollar conductores (C) para fabricar bobinas superconductoras (B), que comprende las etapas de:
35 a) desenrollar una bobina de conductor (C), proporcionando un conductor (C) estirado, en una primera unidad de trabajo (10),
b) doblar el conductor (C) estirado por medio de un dispositivo de doblado (14) y
c) colocar el conductor (C) doblado sobre una mesa rotativa (16), que puede hacerse rotar alrededor de un eje vertical estacionario (z), mediante la cual se forme un conjunto de giros para formar la bobina superconductora (B).
40 donde dichas etapas b) y c) se llevan a cabo a fin de formar cada vez un giro (S_e) que tenga una parte principal con un radio de curvatura constante y una parte de transición (L_1, L_2) que conecte la parte principal de este giro (S_e) con la parte principal de un siguiente giro (S_i), formándose dicha parte de transición (L_1, L_2) para terminar con el conductor (C) colocado tangencialmente al eje (z) de la bobina (B) que esté fabricándose, pero separado una distancia dada, hacia adentro o hacia afuera, desde el primer giro (S_e), y que comprenda una primera sección (L_1) que tenga un radio de curvatura más pequeño que el radio de curvatura de la parte principal del primer giro (S_e) y
45 una segunda sección (L_2) que tenga un radio de curvatura más grande que el radio de curvatura de la parte principal del primer giro (S_e), y
en el que la parte de transición (L_1, L_2) se obtiene controlando el movimiento de rotación de la mesa rotativa (16) alrededor del eje vertical (z), el movimiento de traslación del dispositivo de doblado (14) en una dirección longitudinal (x) que coincida con un eje longitudinal del conductor (C) estirado y el movimiento de traslación del dispositivo de
50 doblado (14), junto con la primera unidad de trabajo (10), en una dirección transversal (y) perpendicular a la dirección longitudinal (x).
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha primera sección (L_1) se obtiene causando que la mesa rotativa (16) rote alrededor del eje vertical (z) y causando, al mismo tiempo, tanto que el dispositivo de doblado
55 (14) se traslade en la dirección longitudinal (x) como que el dispositivo de doblado (14), junto con la primera unidad de trabajo (10), se trasladen en la dirección transversal (y).
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4 o con la reivindicación 5, en el que dicha segunda sección (L_2) es una sección recta y se obtiene, con la mesa rotativa (16) detenida, causando que el dispositivo de doblado (14)
60 se traslade en la dirección longitudinal (x)

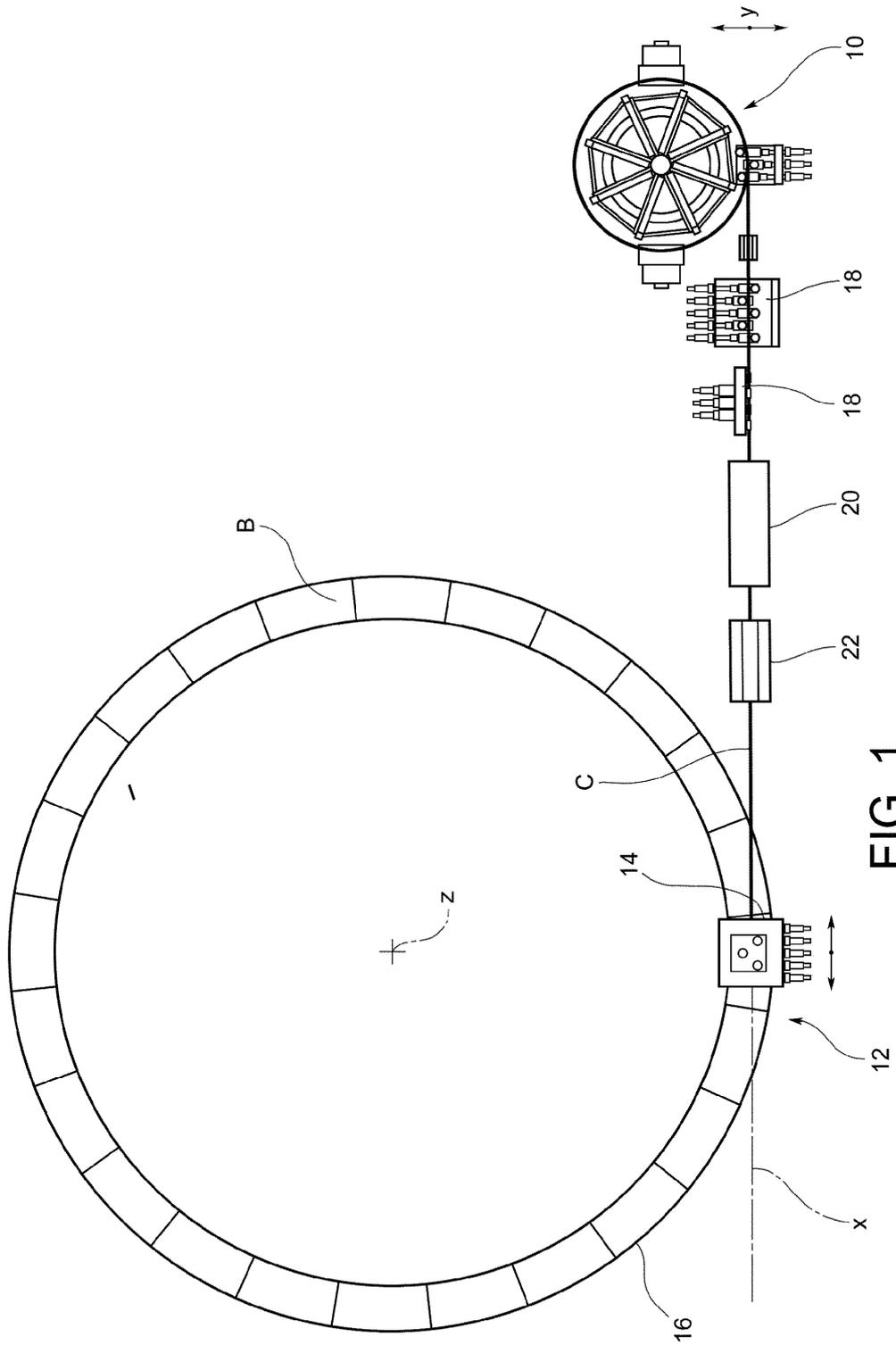


FIG. 1

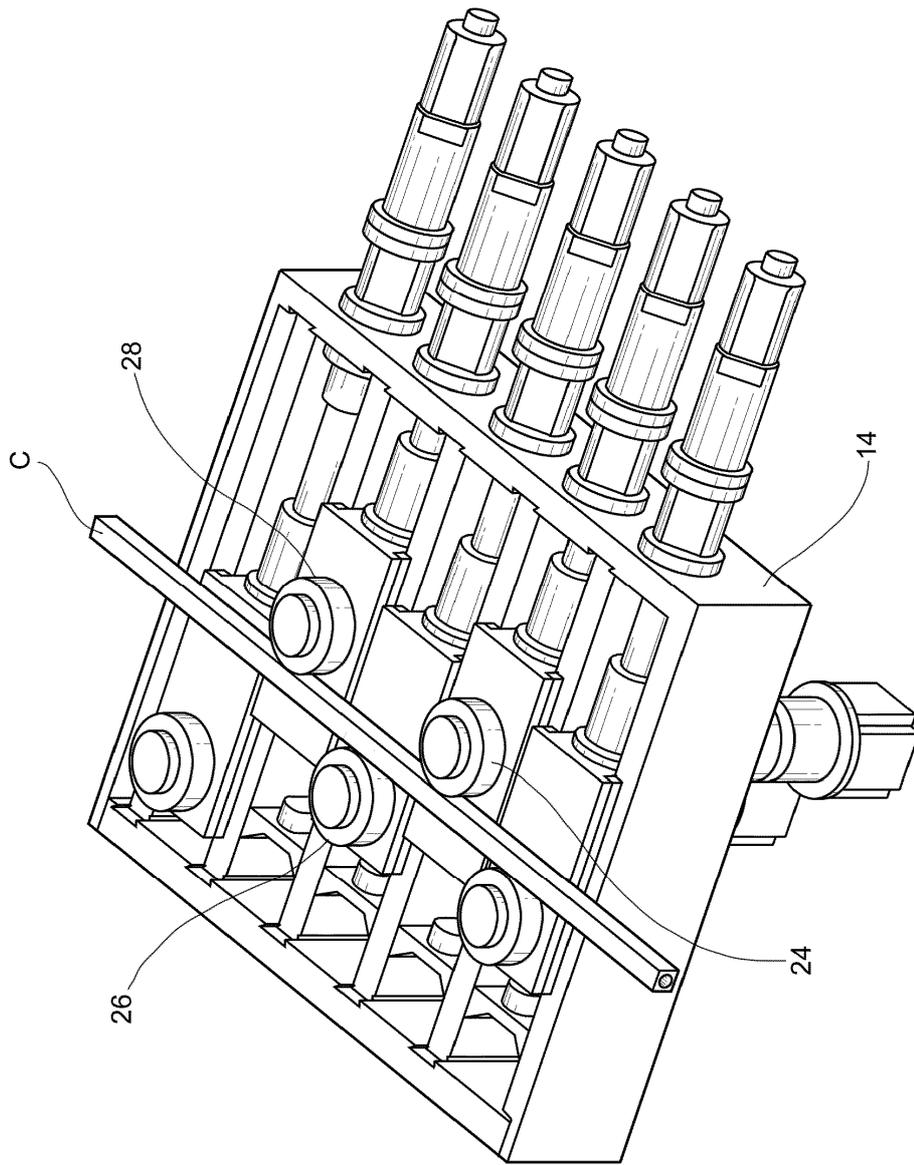


FIG. 2

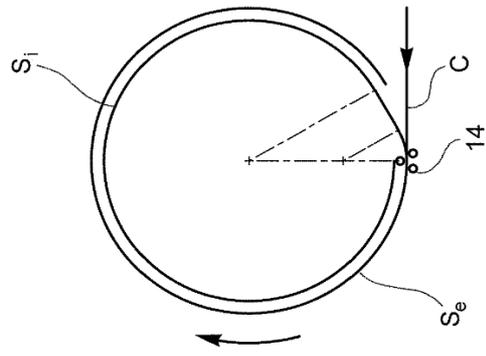


FIG. 3a

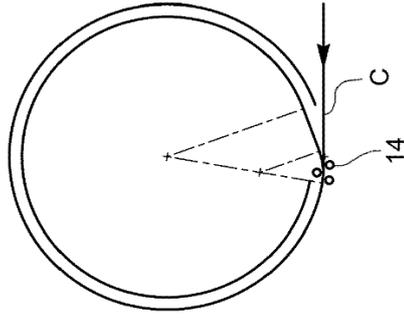


FIG. 3b

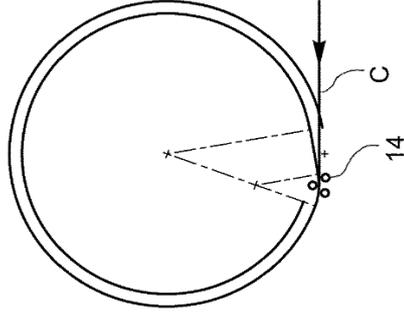


FIG. 3c

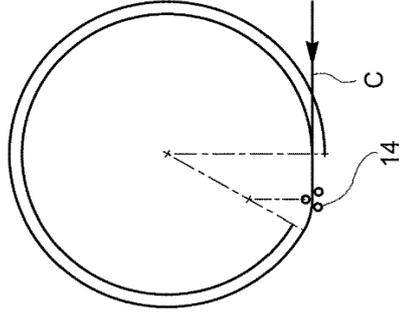


FIG. 3d

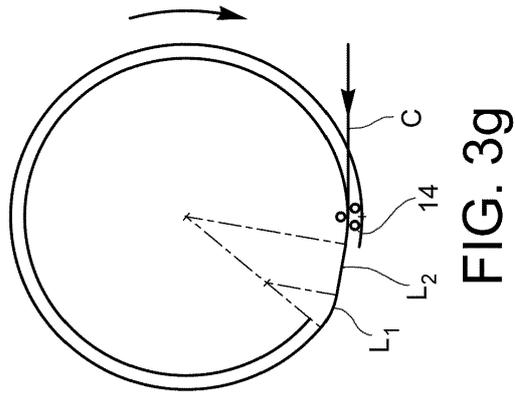


FIG. 3g

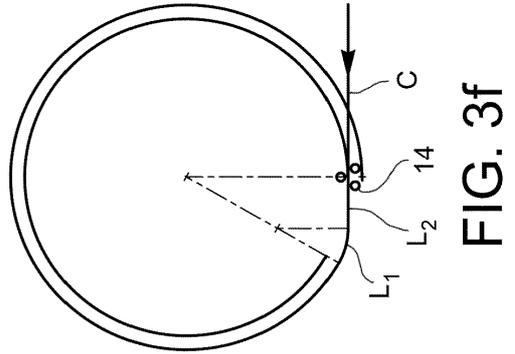


FIG. 3f

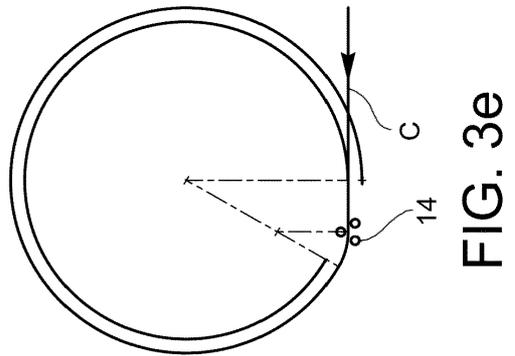


FIG. 3e