

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 941 776**

51 Int. Cl.:

**F27D 3/04** (2006.01)

**F27D 11/06** (2006.01)

**F27B 9/22** (2006.01)

**C21D 1/42** (2006.01)

**C21D 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2019 PCT/US2019/026994**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2019 WO19200101**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2019 E 19785695 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2023 EP 3774112**

54 Título: **Sistema y método de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción y conjunto de barras de expulsión articuladas**

30 Prioridad:

**12.04.2018 US 201862656630 P**

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

**25.05.2023**

73 Titular/es:

**CLINTON MACHINE, INC. (100.0%)  
1300 S. Main Street  
Ovid MI 48866, US**

72 Inventor/es:

**LOZNAK, TED L. y  
DOMAGALA, THOMAS STANLEY**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 941 776 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**

Sistema y método de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción y conjunto de barras de expulsión articuladas

5 Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud provisional de EE.UU. No. 62/656,630, presentada el 12 de Abril de 2018.

**Campo de la invención**

10 La presente invención está relacionada de manera general con sistemas y métodos para extraer palanquillas de una línea de proceso industrial de calentamiento de palanquillas, como por ejemplo una línea de forja de palanquillas calentadas, donde las palanquillas se calientan por inducción eléctrica antes de forjarlas para obtener artículos, y en particular a dichos sistemas y métodos en los que se utiliza un conjunto de barras de expulsión articuladas múltiples.

**Antecedentes de la invención**

15 El documento JP2000061574 es un documento que describe un aparato adecuado para descargar un material en forma de palanquilla de un horno de calentamiento para forja cuando el material en forma de palanquilla está estancado en el horno de calentamiento para forja, por medio de varios cuerpos de conexión que se extienden linealmente. Los pares adyacentes de cuerpos de conexión, en el estado en que la parte final respectiva es deslizable a lo largo de la dirección longitudinal, están conectados entre sí con el giro permitido. El documento JPS54120518 describe un dispositivo diseñado para permitir obtener un acoplamiento estable con un acoplador mientras la pérdida de transmisión de una línea de tipo abierto es constante, acoplando el acoplador de un cuerpo móvil con una línea inductiva mediante un anillo guía. El documento JP2009076267 es un documento que describe cómo proporcionar una barra de expulsión para palanquillas calentadas por inducción, que no ocupa un gran espacio de almacenamiento en un calentador de palanquillas cuando muchas palanquillas de longitud constante se someten a calentamiento por inducción y forja en orden. El documento JPS58107419 describe un aparato diseñado para inhibir la deformación térmica de una barra de extrusión debida a la acción de la inducción electromagnética de un aparato titulado, disponiendo palos cruzándose unos con otros a lo largo de una dirección radial seccional a intervalos fijos a lo largo de una dirección longitudinal dentro de una barra de extrusión en la que están conformadas hendiduras que se extienden a lo largo de la dirección longitudinal.

20

25

30 En la patente de EE.UU. No. 9,604,274 se usa un bastidor de barras de expulsión con movimiento alternativo para depositar y retirar secuencialmente al menos dos barras de expulsión utilizadas para hacer contacto con y retirar palanquillas situadas aguas abajo en una línea de calentamiento por inducción. Se utiliza un dispositivo de avance de barras de expulsión para conectar entre sí barras de expulsión secuenciales e independientes situadas en la pista de palanquillas en la línea de calentamiento sin articulación giratoria entre barras de expulsión adyacentes del conjunto. Tras retirar las palanquillas, las barras de expulsión individuales que forman el conjunto de barras de expulsión se retraen; se retiran una a una de la pista de palanquillas; y se almacenan en el bastidor de barras de expulsión para uso futuro. En este tipo de conjunto de barras de expulsión, las barras de expulsión se conectan entre sí cuando se colocan en la línea de transporte de palanquillas sin una articulación giratoria que conecte las barras de expulsión entre sí, lo que requiere el uso de un bastidor de barras de expulsión electromecánico complejo susceptible de fallos en múltiples puntos.

35

40 También es conocido en la técnica de los empujadores de palanquillas enrollar para almacenamiento y bobinar conjuntos de barras de expulsión articuladas sobre carretes de almacenamiento. El requisito de enrollar y bobinar sobre un carrete limita la longitud longitudinal de cada una de las barras de expulsión conectadas entre sí por una articulación giratoria según se requiere para 25 soportar el enrollado de pequeño radio de las barras de expulsión unidas que forman el conjunto de barras de expulsión cuando se enrolla y se bobina sobre un carrete. La poca longitud requerida de las barras de expulsión individuales que forman el conjunto de eslabones de barra de expulsión interconectados limita la magnitud de la fuerza de empuje de las palanquillas, ya que una fuerza de empuje de las palanquillas de gran magnitud con eslabones de barra de expulsión de poca longitud da como resultado mayores posibilidades de pandeo (atasco) entre barras de expulsión adyacentes en la articulación giratoria en conjuntos de barras de expulsión unidas 30 conocidos. Por ejemplo, un conjunto 100 de barras de expulsión unidas no bobinado mostrado en la Figura 1(a) que incluye barras de expulsión de poca longitud 102a y 102b unidas por una articulación giratoria 104 puede funcionar satisfactoriamente con una pequeña fuerza F1 del conjunto de barras de expulsión de palanquillas para mover tres palanquillas 106 en la línea de calentamiento mientras que la aplicación de una fuerza F2 del conjunto de barras de expulsión de palanquillas suficientemente mayor en la Figura 1(b) conducirá al pandeo entre las barras de expulsión de poca longitud 102a y 102b. La capacidad del conjunto de barras de expulsión para aplicar fuerzas del conjunto de barras de expulsión de palanquillas de mayor magnitud sin fallos haría el sistema de expulsión de palanquillas más robusto dependiendo de los requisitos de la línea de calentamiento, por ejemplo, del rango requerido en el número y tamaño de las palanquillas a empujar a través de una línea de calentamiento por inducción eléctrica en particular. Además, el enrollado/bobinado y desenrollado/desbobinado repetitivo de las barras de expulsión articuladas del conjunto de barras de expulsión acorta la vida útil de las articulaciones giratorias entre las barras de expulsión de poca longitud debido al fallo por tensión de las articulaciones.

45

50

55

Es un objeto de la presente invención proporcionar un conjunto de barras de expulsión unidas mediante articulación giratoria a partir de barras de expulsión de gran longitud que también permite el almacenamiento lineal de una mayoría de las barras de expulsión articuladas del conjunto.

5 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un conjunto de barras de expulsión articuladas giratorias que permite que las barras de expulsión del conjunto se doblen en una dirección que permite que el conjunto salga de forma arqueada del almacenamiento lineal y se retraiga desde la pista de movimiento de la palanquilla en una línea de calentamiento por inducción hasta el almacenamiento lineal mientras no se use.

10 Es otro objeto de la presente invención proporcionar una barra de expulsión de gran longitud electromagnéticamente no conductora que reduce el calentamiento por corrientes parásitas de la barra de expulsión en presencia de un campo electromagnético generado por un inductor en la línea de calentamiento por inducción.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un sistema y un método de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica que utiliza un conjunto de barras de expulsión articuladas giratorias para extraer palanquillas de una línea de proceso industrial de calentamiento de palanquillas.

### Breve compendio de la invención

15 En un aspecto, la presente invención es un sistema de expulsión de palanquillas articuladas utilizado en una línea de calentamiento por inducción de palanquillas por inducción eléctrica para empujar una o más palanquillas de una serie de palanquillas a través de la línea de calentamiento.

20 En otro aspecto, la presente invención es un conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas que comprende una serie de barras de expulsión lineales articuladas de gran longitud con susceptibilidad reducida al pandeo durante un proceso de expulsión de palanquillas.

En otro aspecto, la presente invención es un sistema y método de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción que utiliza un conjunto de barras de expulsión articuladas giratorias para extraer palanquillas de una línea de proceso industrial de calentamiento de palanquillas.

25 Los aspectos anteriores y otros de la invención se describen con mayor detalle en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas.

### Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, resumidos brevemente a continuación, se proporcionan para comprensión ejemplar de la invención, y no limitan la invención como se describe con más detalle en esta memoria descriptiva.

30 La Figura 1(a) y la Figura 1(b) ilustran un conjunto de barras de expulsión articuladas de la técnica anterior conformado a partir de barras de expulsión de poca longitud, de modo que el conjunto de barras de expulsión articuladas se pueda enrollar y desenrollar de un carrete de almacenamiento, y la susceptibilidad de dichos conjuntos de barras de expulsión articuladas a pandear al aplicar grandes fuerzas de empuje de palanquilla.

35 La Figura 2(a) es un ejemplo de dos barras de expulsión idénticas de la presente invención unidas entre sí para formar una sección de un conjunto de barras de expulsión unidas mediante articulación giratoria de la presente invención con la longitud total del conjunto de barras de expulsión determinada por el número total de barras de expulsión unidas entre sí y las longitudes axiales de todas las barras de expulsión unidas del conjunto.

40 La Figura 2(b) ilustra el rango limitado de movimiento de pivote en la articulación giratoria entre las dos barras de expulsión adyacentes de la Figura 2(a) para evitar el pandeo de las barras de expulsión unidas al aplicar grandes fuerzas de empuje de palanquillas.

La Figura 2(c) ilustra un ejemplo de estructuras de extremo opuestas complementarias de cada barra de expulsión de la Figura 2(a).

La Figura 2(d) ilustra un ejemplo de un elemento de sujeción de la junta de pivote utilizado en las barras de expulsión articuladas de la presente invención.

45 Las Figuras 3(a) a 3(d) ilustran ejemplos alternativos de adaptadores de punta que se pueden utilizar como barra de expulsión delantera (de cabeza) en un conjunto de barras de expulsión articuladas de la presente invención para facilitar un movimiento de transición suave del conjunto de barras de expulsión a través de los rodillos de arrastre de palanquillas si se usa en la línea de calentamiento por inducción eléctrica, y también para distribuir la fuerza de empuje de las palanquillas de manera uniforme en todo el área de la superficie final trasera de las palanquillas que están siendo empujadas cuando cambian las dimensiones de la sección transversal del lote de palanquillas que se están calentando.

50

La Figura 3(e) ilustra un ejemplo del adaptador de punta ilustrado en la Figura 3(d) unido a un extremo delantero de un ejemplo de una barra de expulsión mostrada en la Figura 2(c) que se puede usar para todas las demás barras de expulsión de un conjunto de barras de expulsión.

5 La Figura 4(a) ilustra un ejemplo de un sistema de expulsión de palanquillas de la presente invención en el que el conjunto de barras de expulsión articuladas se muestra en una posición almacenada y la Figura 4(b) es una vista de detalle ampliada de dos barras de expulsión idénticas utilizadas en el conjunto mostrado en la Figura 4(a).

10 La Figura 4(c) es una vista de detalle ampliada de un sistema impulsor del conjunto de barras de expulsión utilizado en el sistema de expulsión de palanquillas de la Figura 4(a) para despliegue y retracción del conjunto de barras de expulsión.

La Figura 5 ilustra un ejemplo del sistema de expulsión de palanquillas mostrado en la Figura 4(a) instalado en una línea de calentamiento por inducción eléctrica con el conjunto de barras de expulsión mostrado en la posición almacenada.

15 La Figura 6 ilustra el sistema de expulsión de palanquillas mostrado en la Figura 5 con el conjunto de barras de expulsión en una posición parcialmente desplegada cuando el extremo delantero del adaptador de punta del conjunto hace contacto inicial con el extremo trasero de la palanquilla final de un lote de palanquillas que se quiere tratar térmicamente por inducción en la línea de calentamiento por inducción eléctrica.

20 La Figura 7 ilustra el sistema de expulsión de palanquillas mostrado en la Figura 5 con el conjunto de barras de expulsión en una posición totalmente desplegada cuando el adaptador de punta del conjunto empuja la palanquilla final del lote de palanquillas fuera de la línea de calentamiento por inducción eléctrica.

La Figura 8 es un diagrama de bloques simplificado de un ejemplo de un sistema de control de proceso utilizado con un sistema de extracción de palanquillas de la presente invención.

La Figura 9(a) y la Figura 9(b) son dibujos de detalle que ilustran un método de uso de un conjunto de barras de expulsión de palanquillas articuladas y sistema de expulsión de palanquillas de la presente invención.

## 25 Descripción detallada de la invención

En la Figura 4(a) se ilustra una realización de un sistema 10 de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica de la presente invención. En esta realización, el sistema comprende una envuelta de almacenamiento del conjunto de barras de expulsión, un conjunto de barras de expulsión articuladas y un sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión (mostrado en detalle ampliado en la Figura 4(c)) que está controlado por un sistema de control del proceso de expulsión de palanquillas.

30 El conjunto de barras de expulsión articuladas ilustrado en la Figura 4(a) comprende una pluralidad de barras de expulsión idénticas conectadas en serie con un adaptador de punta 42a opcional (mostrado en la Figura 3(a)) que forma el extremo delantero (de cabeza) del conjunto. En el funcionamiento del conjunto de barras de expulsión articuladas, el extremo delantero del adaptador de punta hace contacto con la superficie final trasera de la palanquilla final (la última cargada) de un lote de palanquillas que se quiere tratar térmicamente por inducción en una línea de calentamiento por inducción eléctrica cuando el conjunto de barras de expulsión se despliega desde la envuelta de almacenamiento.

35 Un ejemplo de una barra de expulsión articulada de la presente invención que se puede usar para cada una de las barras de expulsión de la Figura 4(a) se ilustra en la Figura 2(c) donde las barras de expulsión idénticas se identifican alternativamente como barra de expulsión 40a ó 40b para distinguir entre barras de expulsión idénticas unidas de manera adyacente. Las dos barras de expulsión idénticas se muestran unidas la una a la otra como barras de expulsión adyacentes 40a y 40b en la Figura 2(a). Como se ve mejor en la Figura 2(c), la barra de expulsión 40a o 40b está configurada estructuralmente en los extremos 40' y 40" opuestos de modo que el extremo de la barra de expulsión 40' de la barra de expulsión 40a se puede conectar mediante la articulación giratoria 55 al extremo de la barra de expulsión 40" de la barra de expulsión adyacente 40b como se ve mejor en la Figura 2(a). En la Figura 2(c) la barra de expulsión tiene una longitud axial (A) central orientada de forma generalmente longitudinal de  $X_L$  compuesta por una sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente de longitud  $X_C$  con secciones de extremo 40' y 40" opuestas.

40 El extremo 40' de la barra de expulsión se denomina extremo hembra de la barra de expulsión y, en este ejemplo, está formado por una horquilla 50 ubicada centralmente con paredes laterales 52a y 52b que se extienden axialmente desde el extremo de la sección transversal de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente adyacente a la sección de extremo 40'. Una parte del extremo de la sección transversal de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente forma la pared interior 52c de la horquilla. Las paredes laterales 52a y 52b tienen orificios de pivote transversales 53a y 53b alineados respectivamente, dispuestos verticalmente (eje Z) descentrados con respecto al eje longitudinal central A-A (mostrado en la Figura 2(c)) de la barra de expulsión.

En los dibujos se utiliza un sistema de coordenadas cartesianas tridimensional para ilustrar la dirección vertical (eje Z); la dirección transversal (eje Y); y la dirección longitudinal (eje X) con respecto a los rasgos de la presente invención ilustrados en los dibujos para comprender la invención sin limitar la orientación de los rasgos de la invención.

5 El extremo 40" de la barra de expulsión se denomina extremo macho de la barra de expulsión y, en este ejemplo, está formado por una lengüeta o pestaña 54 vertical dispuesta centralmente que se extiende axialmente desde el extremo de la sección transversal de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente adyacente a la sección de extremo 40" y que tiene un orificio de pivote 54a transversal dispuesto verticalmente (eje Z) descentrado con respecto al eje longitudinal central A-A (mostrado en la Figura 2 (c)) de la barra de expulsión. La pestaña 54 con el orificio transversal 54a de una barra de expulsión (por ejemplo, la barra de expulsión 40b en la Figura 2(a)) está configurada para su colocación alineada dentro de la horquilla 50 de una barra de expulsión adyacente (por ejemplo, la barra de expulsión 40a en la Figura 2(a)) de modo que el orificio de pivote transversal 54a se alinee transversalmente con los orificios de pivote transversales 53a y 53b para permitir que un elemento de sujeción de la junta de pivote giratoria pase a través de los tres orificios de pivote transversales.

15 Un elemento de sujeción 56 de la junta de pivote se fija a través de los orificios de pivote transversales alineados 53a, 53b y 54a cuando la pestaña 54 está alineada dentro de las paredes laterales de la horquilla 50 como se muestra en la Figura 2(a) y en la Figura 2(b). En la Figura 2(b) se ilustra una única barra de expulsión 40a en tres posiciones diferentes: las posiciones P1 y P3 en líneas discontinuas para ilustrar los límites opuestos de rotación de la barra de expulsión 40a y la posición P2 en líneas continuas en una ubicación entre los límites de rotación. El elemento de sujeción de la junta de pivote es un elemento de fijación que asegura la pestaña 54 dentro de la horquilla 50 permitiendo al mismo tiempo una rotación limitada máxima (en el sentido de las agujas del reloj para la orientación en la Figura 2(b)) de 90° desde la horizontal alrededor del eje transversal (Y) B-B lográndose esta restricción de rotación en la dirección del pivote descentrado vertical de una barra de expulsión adyacente como se muestra, por ejemplo, en la Figura 2(b) entre las barras de expulsión 40a y 40b donde la barra de expulsión 40b está en una posición horizontal. El pivote descentrado vertical restringe la revolución en una rotación en sentido contrario a las agujas del reloj hacia abajo desde la horizontal ya que el extremo delantero 54' de la pestaña 54 de la barra de expulsión 40b bloquea la rotación en sentido contrario a las agujas del reloj de la barra de expulsión 40a por debajo de la posición horizontal P1 de la barra de expulsión 40a en la Figura 2(b) por el contacto del extremo delantero 54' con la pared interior 52c de la horquilla 50 de la barra de expulsión adyacente unida (por ejemplo, la barra de expulsión 40a en la Figura 2(a)) debido a que los tres orificios de pivote transversales 53a, 53b y 54a están verticalmente descentrados con respecto al eje longitudinal central de la barra de expulsión. Por lo tanto, en general, la articulación giratoria transversal 55 permite un ángulo de revolución máximo de 90° entre barras de expulsión adyacentes en un conjunto de barras de expulsión de la presente invención para permitir el despliegue o la retracción de un conjunto de barras de expulsión a través de la sección de almacenamiento arqueada 12b (por ejemplo, en la Figura 4(a)) evitando al mismo tiempo el pandeo de las barras de expulsión adyacentes provocado por una mayor rotación no limitada en el conjunto cuando se despliega en una línea de calentamiento por inducción eléctrica.

35 En la realización de la invención mostrada en los dibujos, el elemento de sujeción 56 de la junta de pivote comprende un pasador de horquilla 56a que pasa a través de los orificios de pivote transversales 53a, 53b y 54a y se asegura dentro de los tres orificios de pivote transversales. En este ejemplo, los extremos opuestos del pasador de horquilla 56a tienen ranuras finales opuestas con anillos elásticos de retención 56b asegurados en las ranuras finales para sujetar el pasador en su lugar como se muestra en la Figura 2(d) con el elemento de sujeción 56 de la junta de pivote retirado de la articulación giratoria para mayor claridad. En otras realizaciones, el elemento de sujeción de la junta de pivote puede ser un pasador que pasa a través de los orificios de pivote y se asegura en los extremos opuestos con elementos de fijación adecuados, como por ejemplo pasadores de chaveta o un pasador con una cabeza en un extremo y un elemento de fijación adecuado en el extremo opuesto.

45 Cada barra de expulsión de un conjunto de barras de expulsión de la presente invención está conformada a partir de un material resistente a alta temperatura según sea necesario para soportar el ambiente dentro de una línea de calentamiento por inducción eléctrica industrial por la que pasa. En un ejemplo de la presente invención, cada barra de expulsión está conformada a partir de una familia y un grado de acero inoxidable adecuados. En la realización de la invención mostrada en los dibujos, la forma de cada barra de expulsión es un cilindro recto sólido excepto por los extremos 40' y 40" opuestos que están configurados para la articulación giratoria transversal entrelazada con rotación limitada lograda mediante la configuración de la articulación giratoria transversal entrelazada. En otras realizaciones, una barra de expulsión de la presente invención puede tener otras formas, por ejemplo, conformar la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente a partir de un cilindro recto hueco o con forma rectangular en sección transversal, según se requiera para una aplicación particular.

55 En algunas realizaciones de la invención en las que las barras de expulsión están conformadas a partir de materiales conductores electromagnéticamente, una o más de las barras de expulsión que forman el conjunto de barras de expulsión articuladas tienen un disruptor de campo magnético configurado estructuralmente al menos en una sección parcial de la barra de expulsión, por ejemplo, una o más ranuras longitudinales 58 que interrumpen el campo magnético, como se muestra en las barras de expulsión 40a y 40b en las Figuras 2(a) a 2(c) para reducir el calentamiento por corrientes parásitas inducidas en las barras de expulsión cuando las barras de expulsión del conjunto de barras de expulsión pasan a través de una bobina de inducción eléctrica energizada utilizada en una línea de calentamiento por inducción eléctrica.

Las Figuras 3(a) a 3(d) ilustran ejemplos alternativos de un adaptador de punta opcional que se puede utilizar en la presente invención. Se puede unir un adaptador de punta opcional al extremo delantero de una barra de expulsión del extremo delantero del conjunto de barras de expulsión, por ejemplo, como se muestra en la vista de detalle de la Figura 3(e) donde el extremo macho del adaptador de punta 42d está unido al extremo hembra delantero de la barra de expulsión final delantera 40a o 40b. El extremo trasero de un adaptador de punta (configurado como extremo macho o hembra) tiene una forma similar a la de la barra de expulsión adyacente (configurada como extremo hembra o macho, respectivamente) siendo la articulación giratoria 55' conformada entre el adaptador de punta y la barra de expulsión similar a una articulación giratoria entre barras de expulsión adyacentes del conjunto.

La forma y las dimensiones de la sección transversal del extremo delantero de un adaptador de punta se pueden seleccionar para que coincidan, dentro de un rango de tolerancia, con la forma de la sección transversal del extremo trasero de la palanquilla final en un lote de palanquillas que se quiere calentar en la línea de calentamiento. Por ejemplo, si la palanquilla final tiene una sección transversal cilíndrica, y el diámetro de la sección transversal ( $d_s$ ) de la barra de expulsión 40a ó 40b es de 42,93 mm (1,69 pulgadas), los adaptadores de punta de superficie circular 42a a 42d pueden tener los siguientes diámetros de superficie circular del extremo delantero: para el adaptador 42a, un diámetro ( $d_1$ ) de 42,93 mm (1,69 pulgadas) para uso con palanquillas cilíndricas que tengan un rango de tolerancia de diámetro de 38,1 a 50,80 mm (de 1,5 a 2,00 pulgadas); para el adaptador 42b, un diámetro ( $d_2$ ) de 47,75 mm (1,88 pulgadas) para uso con palanquillas cilíndricas que tengan un rango de tolerancia de diámetro de 50,80 a 63,50 mm (2,00 a 2,50 pulgadas); un diámetro ( $d_3$ ) de 61,21 mm (2,41 pulgadas) para uso con palanquillas cilíndricas que tengan un rango de tolerancia de diámetro de 63,50 a 76,20 mm (2,50 a 3,00 pulgadas); y un diámetro ( $d_4$ ) de 71,63 mm (2,82 pulgadas) para uso con palanquillas cilíndricas que tengan un rango de tolerancia de diámetro de 76,20 a 88,90 mm (3,00 a 3,50 pulgadas).

Como se ilustra en las Figuras 3(a) a 3(e), a diferencia del diámetro de sección transversal constante ( $d_s$ ) de una barra de expulsión, en una realización de la invención, el diámetro de la sección transversal de un adaptador de punta disminuye linealmente desde el extremo delantero hasta el extremo trasero de modo que el extremo trasero coincida al menos aproximadamente con el diámetro de la sección transversal ( $d_s$ ) de la barra de expulsión unida.

Un adaptador de punta opcional es ventajoso cuando el sistema de calentamiento por inducción eléctrica proporciona los medios para hacer avanzar el lote de palanquillas a través de la línea de calentamiento. Por ejemplo, para la realización de la invención mostrada en las Figuras 5 a 7, el impulsor de rodillo de arrastre 92a de la línea de calentamiento del sistema de calentamiento por inducción ilustrado en la Figura 9(a) y en la Figura 9(b) está instalado en la envuelta 93 (mostrada en las Figuras 5 a 7) dispuesto aguas arriba del inicio 90a de la línea de calentamiento 90. En la posición cerrada mostrada en la Figura 9(a) o en la Figura 9(b) el impulsor de rodillo de arrastre 92a de la línea de calentamiento hace avanzar las palanquillas hacia el interior y a través de la línea de calentamiento al girar con presión aplicada a la parte superior de las palanquillas de un lote de palanquillas. El uso de un adaptador de punta evita un cambio brusco de sección transversal entre la palanquilla final 88a del lote de palanquillas y una barra de expulsión de un conjunto de barras de expulsión cuando el conjunto de barras de expulsión pasa a través del impulsor de rodillo de arrastre de la línea de calentamiento y también ayuda a distribuir la fuerza de empuje del conjunto de barras de expulsión en toda la sección transversal del extremo trasero de la palanquilla final del lote de palanquillas. El uso del adaptador de punta elimina la necesidad de cambiar barras de expulsión de secciones transversales diferentes en el conjunto cuando cambia la sección transversal de las palanquillas en un lote que se quiere tratar térmicamente.

El término "aguas abajo" se usa en el presente documento para describir la dirección X positiva en los dibujos la cual incluye la dirección de las palanquillas en la línea de calentamiento por inducción eléctrica desde la ubicación inicial 90a hasta la ubicación final 90b de la línea de calentamiento por inducción eléctrica.

Al igual que con las barras de expulsión de la presente invención, un adaptador de punta puede incluir opcionalmente uno o más interruptores de campo magnético, como hendiduras 42' orientadas longitudinalmente en las Figuras 3(a) a 3(d) que se extienden al menos parcialmente a lo largo de la longitud axial del adaptador de punta.

En una realización de un sistema 10 articulado de expulsión de palanquillas de la presente invención, como se ve en la Figura 4(a), el conjunto de barras de expulsión se ensambla a partir de una cantidad de veintitrés (23) barras de expulsión de la presente invención unidas entre sí con una barra de expulsión final del extremo trasero (de cola) 40z y una barra de expulsión del extremo delantero (de cabeza) 40h con adaptador de punta 42a opcional unido al extremo delantero de la barra de expulsión de cabeza 40h.

La Figura 4(b) es una vista de detalle de las barras de expulsión 40a y 40b de la presente invención del conjunto de barras de expulsión mostrado en la Figura 4(a). En este ejemplo de la invención, cada barra de expulsión articulada del conjunto desde la barra de expulsión de cabeza 40h hasta la barra de expulsión de cola 40z está configurada como barra de expulsión articulada 40a o 40b como se ilustra en las Figuras 2(a) a 2(c), y por lo tanto cada una de ellas se describe alternativamente como barra de expulsión en esta realización de la invención.

En la realización del sistema 10 articulado de expulsión de palanquillas mostrada en la Figura 4(a) la envuelta de almacenamiento "lista para usar" para el conjunto de barras de expulsión comprende una sección de almacenamiento lineal 12a y una sección de almacenamiento arqueada 12b. En la Figura 4(a) la parte de la sección de almacenamiento lineal que conecta con la sección de almacenamiento arqueada 12b se designa como subsección de almacenamiento

lineal impulsora 12c por ser la ubicación preferida, pero no limitativa, del sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión que despliega el conjunto de barras de expulsión desde la envuelta de almacenamiento hasta la línea de calentamiento por inducción eléctrica y extrae el conjunto de barras de expulsión desde la línea de calentamiento por inducción eléctrica hasta la envuelta de almacenamiento después de que se haya completado un proceso de expulsión de palanquilla.

La mayoría de las barras de expulsión que forman el conjunto de barras de expulsión se almacenan en la sección de almacenamiento lineal 12a de la envuelta de almacenamiento con un número menor de barras de expulsión almacenadas en la sección de almacenamiento arqueada 12b que termina, en este ejemplo, con el adaptador de punta 42a en la boca 12b' de la sección arqueada 12b. En este ejemplo, el menor número de barras de expulsión almacenadas en la sección de almacenamiento arqueada está determinado por las longitudes axiales de las barras de expulsión y por la configuración de la sección de almacenamiento arqueada para invertir aproximadamente 180 grados la dirección de despliegue de las barras de expulsión en la sección de almacenamiento lineal con respecto a la dirección de las barras de expulsión como se indica mediante las flechas +X y -X en la Figura 7, y en las direcciones inversas para la extracción de las barras de expulsión de la línea de calentamiento por inducción. Alternativamente, el extremo delantero del conjunto de barras de expulsión puede extenderse parcialmente fuera de la boca 12b' en una posición "lista para usar" siempre y cuando las palanquillas que se carguen en la línea de calentamiento por inducción antes del despliegue del conjunto de barras de expulsión puedan dejar libre el extremo delantero extendido del conjunto.

En una realización preferida pero no limitativa de la invención, la sección de almacenamiento lineal 12a está diseñada para montaje estructural por encima de, y (o alternativamente) desplazada horizontalmente con respecto a, la línea de calentamiento por inducción eléctrica, lo que facilita una instalación compacta de la línea de calentamiento, particularmente cuando un sistema de expulsión de palanquillas de la presente invención se añade como modernización a una línea de calentamiento existente. El montaje estructural del sistema 10 articulado de expulsión de palanquillas en la línea de calentamiento por inducción eléctrica se puede lograr, por ejemplo, con los soportes estructurales 98a a 98d como se muestra en los dibujos.

La sección de almacenamiento lineal 12a puede estar conformada opcionalmente a partir de secciones lineales modulares interconectadas que permitan cambiar la longitud total del conjunto de barras de expulsión almacenadas agregando o retirando barras de expulsión del conjunto de barras de expulsión, por ejemplo, para adaptarse a cambios en la longitud total de la línea de calentamiento por inducción eléctrica. Por ejemplo, se puede proporcionar una brida de almacenamiento opcional 12a' (como se muestra en la Figura 4(a)) para un cambio rápido de la longitud de la sección de almacenamiento lineal 12a.

En algunas realizaciones de la invención, la sección de almacenamiento lineal 12a y la sección de almacenamiento arqueada 12b son estructuras totalmente cerradas conformadas, por ejemplo, a partir de tubos que tienen un diámetro interior satisfactorio para el almacenamiento del conjunto de barras de expulsión.

En la realización de la invención mostrada en las figuras, la subsección de almacenamiento lineal impulsora 12c de la sección de almacenamiento lineal está al menos parcialmente abierta para permitir el contacto de los componentes impulsores con el conjunto de barras de expulsión en la envuelta de almacenamiento del conjunto de barras de expulsión para el despliegue y la extracción del conjunto de barras de expulsión hacia y desde la línea de calentamiento.

En algunas realizaciones de la invención, la sección de almacenamiento lineal 12a puede tener una media sección superior abierta para permitir la retirada o adición de barras de expulsión desde o al conjunto de barras de expulsión articuladas.

En el ejemplo de la invención mostrado en la Figura 4(a) todas las barras de expulsión de la presente invención tienen la misma longitud longitudinal  $X_L$  aunque esto no es un rasgo limitativo de la invención. En otras aplicaciones, las barras de expulsión de un conjunto pueden tener diferentes longitudes longitudinales de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente, siempre y cuando las diferentes longitudes longitudinales del conjunto de barras de expulsión articuladas permitan el desplazamiento de la longitud requerida del conjunto de barras de expulsión a través de la sección de almacenamiento arqueada 12b según se requiera en una aplicación particular. La Figura 2(a) muestra una articulación giratoria 55 entre las barras de expulsión unidas que proporciona rotación entre barras de expulsión adyacentes según se requiera para que las barras de expulsión pasen a través de la sección de almacenamiento arqueada cuando están siendo desplegadas hacia la línea de calentamiento por inducción eléctrica o están siendo extraídas de ella evitando al mismo tiempo el pandeo entre las barras de expulsión cuando están desplegadas en la línea de calentamiento por inducción eléctrica.

En la realización de la invención mostrada en los dibujos, como se ve mejor en la vista de la Figura 4(c), el sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión comprende rodillos de arrastre dobles formados por un rodillo superior 16a y un rodillo inferior 16b que selectivamente engranan con y se desengranan de una sección 14a (mostrada en líneas discontinuas) del conjunto de barras de expulsión dentro de la envuelta de almacenamiento mediante el accionamiento de un embrague 16c para transmitir la potencia de giro reversible desde el eje de salida del motor eléctrico 16d a través de la caja de engranajes a 90 grados 16e con salida giratoria al rodillo inferior 16b y/o al rodillo

superior 16a a través de una cadena, correa o transmisión por engranajes (no mostrada en las figuras) giratorias. El engrane del conjunto de barras de expulsión con los rodillos de arrastre superior e inferior girando en direcciones opuestas (en sentido contrario a las agujas del reloj para el rodillo superior y en el sentido de las agujas del reloj para el rodillo inferior en la configuración mostrada en los dibujos) desplegará el conjunto de barras de expulsión desde la  
 5 envuelta de almacenamiento hasta la línea de calentamiento para una operación de expulsión de palanquillas mientras los rodillos de arrastre dobles engranados girando en la dirección opuesta inversa (en el sentido de las agujas del reloj para el rodillo superior y en el sentido contrario a las agujas del reloj para el rodillo inferior) extraerán el conjunto de barras de expulsión de la línea de calentamiento hasta la envuelta de almacenamiento después de completar una operación de expulsión de palanquilla.

10 El conjunto de barras de expulsión tiene al menos una longitud longitudinal total suficiente para que, cuando se despliega a una distancia máxima de expulsión que está determinada por la longitud total de una línea de calentamiento particular, el extremo de cola del conjunto de barras de expulsión (barra de expulsión 40z en las figuras) permanezca bajo el control de los rodillos de arrastre dobles para extracción fuera de la línea de calentamiento como se muestra en la Figura 7. Opcionalmente puede proporcionarse un sensor de extensión completa (FES), por ejemplo  
 15 un sensor de interruptor de límite o un sensor de haz fotoeléctrico, para enviar una señal al sistema de control de expulsión de palanquillas cuando el extremo de cola del conjunto de barras de expulsión ha alcanzado una posición de extensión completa en la envuelta de almacenamiento.

En las Figuras 5 a 7 se ilustra un método de uso de un sistema de expulsión de palanquillas de la presente invención en una línea 90 de calentamiento por inducción. En la Figura 5, el conjunto de barras de expulsión se muestra en la  
 20 posición almacenada como en la Figura 4(a) con el sistema 10 articulado de expulsión de palanquillas instalado por encima de la línea de calentamiento. Una serie de palanquillas individuales desde la primera palanquilla cargada 88z hasta la última palanquilla cargada 88a que forman un lote de palanquillas para su calentamiento por inducción en la línea de calentamiento por inducción eléctrica se muestran en el proceso de carga sobre la línea de calentamiento. Un transportador de palanquillas 92, que es independiente del sistema de expulsión de palanquillas, transporta la serie  
 25 de palanquillas hasta el rodillo de arrastre 92a (que es un componente del sistema de línea de calentamiento) situado aguas arriba del inicio 90a de la línea de calentamiento por inducción eléctrica. La entrega de palanquillas al transportador de palanquillas es como se conoce en la técnica, por ejemplo, suministro manual o automático desde un equipo clasificador de palanquillas, o transferencia desde una línea de calentamiento de palanquillas precalentadas. El transportador de palanquillas 92 puede ser cualquier transportador de palanquillas conocido en la técnica. La serie  
 30 de palanquillas individuales consecutivas que van siendo entregadas por el transportador 92 empuja el número predeterminado de palanquillas del lote de palanquillas que se quiere calentar al interior del rodillo de arrastre 92a situado aguas arriba de los calentadores de inducción cerrados 94a y 94b. Las palanquillas se mueven hacia delante sobre carriles 96 de la línea de calentamiento por inducción u otras estructuras de soporte de palanquillas adecuadas conocidas en la técnica a través de una o más bobinas de inducción eléctricas cerradas que forman los calentadores  
 35 de inducción 94a y 94b de la línea de calentamiento y se calientan por inducción a un perfil de temperatura requerido para su procesamiento industrial posterior en el extremo 90b de la línea de calentamiento donde las palanquillas calentadas por inducción salen de la línea de calentamiento. Dos calentadores de inducción, como se conoce en la técnica, se ilustran como la línea de calentamiento en los dibujos solo a modo de ejemplo. En los dibujos, los calentadores de inducción se muestran como estructuras de caja abierta para ilustrar el movimiento del sistema de extracción de palanquillas de la presente invención a lo largo de la línea de calentamiento, que son, por ejemplo,  
 40 bobinas de calentamiento por inducción cerradas térmicamente que también se denominan en la técnica hornos de calentamiento por inducción de palanquillas. En realizaciones alternativas de la invención la línea de calentamiento puede ser una línea de calentamiento mixta, por ejemplo, con calentadores cerrados de inducción y de combustible fósil mezclados, o regiones cerradas de baño de calor para palanquillas sin calentador entre calentadores cerrados,  
 45 siempre y cuando exista una necesidad de un sistema de expulsión de palanquillas de la presente invención.

En la realización de la invención mostrada en los dibujos, el impulsor de arrastre 92a de la línea de calentamiento por inducción (mostrado en la Figura 9 (a) y en la Figura 9 (b)) está instalado dentro de la envuelta 93 de las Figuras 5 a 7 y hace avanzar el lote de palanquillas hacia el interior de la línea de calentamiento.

Después de que se entregue el número predeterminado de palanquillas al menos a la posición X1 de la línea de  
 50 calentamiento (en la Figura 5) aguas abajo de la boca 12b' de la envuelta de almacenamiento del sistema de expulsión de palanquillas, el sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión impulsa el conjunto de barras de expulsión dentro de la envuelta de almacenamiento para que salgan por la boca 12b' preferiblemente a una velocidad acelerada suficiente para alcanzar el extremo trasero de la última palanquilla cargada 88a en el lote de palanquillas y aplicar sobre el mismo una fuerza de barra de expulsión de palanquillas como se muestra en la Figura 6. Opcionalmente  
 55 puede proporcionarse un Sensor de Zona Libre (ZCS), como por ejemplo un sensor de haz fotoeléctrico mostrado en la Figura 5, para introducir una señal en el sistema de control de expulsión de palanquillas cuando el transportador de palanquillas está libre de palanquillas que podrían interferir con el despliegue de un conjunto de barras de expulsión desde la envuelta de almacenamiento.

El conjunto de barras de expulsión sigue manteniendo un contacto positivo con el extremo trasero de la última  
 60 palanquilla cargada 88a mientras tanto el conjunto de barras de expulsión como la última palanquilla cargada final 88a continúan avanzando a una velocidad predeterminada controlada por el sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión o por un sistema impulsor de palanquillas de la línea de calentamiento diferente.

En los sistemas de línea de calentamiento por inducción eléctrica en los que la velocidad (de calentamiento de la línea) predeterminada de las palanquillas a través de los calentadores de inducción cerrados se controla mediante un sistema impulsor de palanquillas de la línea de calentamiento por inducción diferente, como el impulsor de arrastre 92a de la línea de calentamiento, una vez que el extremo delantero del conjunto de barras de expulsión, que en el presente ejemplo es el adaptador de punta 42a, pasa aguas abajo en la dirección X bajo el impulsor de arrastre 92a de la línea de calentamiento dentro de la envuelta 93, en una realización de la presente invención, el sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión pasa a un modo de embrague deslizante electrónico mientras el impulsor de arrastre 92a de la línea de calentamiento toma el control) y sigue impulsando tanto el conjunto de barras de expulsión como las palanquillas restantes a la misma velocidad a través de la línea de calentamiento, hasta que todas las palanquillas cargadas son empujadas hasta el extremo 90b de la línea de calentamiento. En esta realización de la invención, el sistema de línea de calentamiento por inducción establece la velocidad de calentamiento de la línea predeterminada para que todas las palanquillas cargadas salgan de la línea de calentamiento con el perfil de temperatura de palanquilla requerido para que se realice el proceso industrial (u otro paso del proceso) al final de la línea.

La Figura 7 ilustra el conjunto de barras de expulsión completamente extendido (desplegado) en la línea de calentamiento inmediatamente después de que el último tocho cargado 88a en el lote de palanquillas ha sido calentado y empujado desde el extremo 90b de la línea de calentamiento. En este punto del proceso, el impulsor de arrastre 92a de la línea de calentamiento se abre para liberar el control de movimiento del conjunto de barras de expulsión, y el sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión invierte la dirección para que el conjunto de barras de expulsión se retraiga y ascienda hacia el interior de la envuelta de almacenamiento, preferiblemente a una velocidad óptima para que la siguiente carga predeterminada de palanquillas del lote pueda cargarse en la línea de calentamiento y el proceso anterior para el sistema de expulsión de palanquillas de la presente invención pueda repetirse con un tiempo de cambio mínimo.

La Figura 8 ilustra una realización de un sistema de control en forma de diagrama de bloques para un sistema de expulsión de palanquillas articulado de la presente invención. En esta realización, el controlador 60 del sistema de extracción de palanquillas comprende un Controlador Lógico Programable (PLC) y un Módulo de Control ubicados adecuadamente para su uso por parte de un operador del sistema. Después de que la última palanquilla cargada 88a de un lote de palanquillas a calentar se carga en la línea de calentamiento 90 en la Figura 6, el controlador del sistema de expulsión de palanquillas 60 ordena al sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión que haga girar los rodillos de arrastre dobles superior e inferior 16a y 16b en una dirección para extender (desplegar) el conjunto de barras de expulsión desde la boca 12b' de la sección de almacenamiento arqueada 12b hasta que el extremo delantero del conjunto (adaptador de punta 42a en este ejemplo) hace contacto con el extremo trasero de la última palanquilla cargada en el lote de palanquillas aguas arriba del impulsor de rodillo de arrastre 92a de la línea de calentamiento ubicado aguas arriba en el extremo de entrada de la línea de calentamiento 90. El Sensor de Zona Libre (ZCS) opcional, si se usa, transmite una señal de inhibición al controlador 60 del sistema de expulsión de palanquillas para deshabilitar el despliegue del conjunto de barras de expulsión si se detecta una palanquilla en la línea transportadora en una posición que interfiere con el despliegue.

En la realización ilustrada de la invención, el impulsor de rodillo de arrastre 92a de la línea de calentamiento controla el movimiento del lote de palanquillas y del conjunto de barras de expulsión a través de la línea de calentamiento por inducción. Cuando el extremo delantero del conjunto de barras de expulsión engrana con la última palanquilla cargada 88a, el controlador 60 del sistema de expulsión de palanquillas recibe una señal de entrada eléctrica de un aumento de par basado en parámetros preestablecidos, y en ese momento el controlador 60 del sistema de expulsión de palanquillas ejecuta una señal para que el sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión entre en un modo de monitorización de par (embrague deslizante), en el que el sistema impulsor del conjunto de barras de expulsión actúa como un embrague deslizante, mientras sigue aplicando par al conjunto de barras de expulsión, en relación con la velocidad de avance que está determinada por el impulsor de rodillo de arrastre 92a de la línea de calentamiento de palanquilla. Este proceso de funcionamiento garantiza que todas las palanquillas cargadas y el extremo delantero del conjunto de barras de expulsión mantienen contacto positivo entre sí mientras ambos pasan por debajo del impulsor de rodillo de arrastre 92a de la línea de calentamiento. Una vez que la última palanquilla cargada en el lote de palanquillas y el conjunto de barras de expulsión están debajo del impulsor de rodillo de arrastre 92a de la línea de calentamiento, el impulsor de rodillo de arrastre de la línea de calentamiento toma el control y controla la velocidad de avance predeterminada para el conjunto de barras de expulsión a medida que se mueve junto con el lote de palanquillas a través de la línea de calentamiento, y extrae finalmente todas las palanquillas del lote de la(s) bobina(s) de inducción de la línea de calentamiento.

En la presente realización de la invención, en caso de un fallo en el sistema de línea de calentamiento por inducción eléctrica mientras las palanquillas del lote de palanquillas están encalladas dentro de la línea de calentamiento por inducción cerrada, el impulsor del rodillo de arrastre de la línea de calentamiento se puede abrir para liberar el conjunto de barras de expulsión y con variaciones en el sistema impulsor 16 de barras de expulsión puede reanudar el control de velocidad de la línea de calentamiento para expulsar las palanquillas encalladas.

En algunas realizaciones de la invención, un sensor de extensión completa (FES) del conjunto de barras de expulsión se dispone a una distancia dimensional (determinada por la longitud de la línea de calentamiento) a lo largo de la longitud de la sección de almacenamiento lineal 12a para detectar cuándo se ha desplegado una longitud suficiente del conjunto de barras de expulsión para expulsar o extraer completamente todas las palanquillas restantes en la

longitud de la línea de calentamiento para vaciar el sistema de línea de calentamiento. Al detectar la extensión completa, el FES envía una señal de completamente extendido al controlador 60 del sistema de expulsión de palanquillas que ordena al sistema impulsor 16 de barras de expulsión que detenga la salida del conjunto de barras de expulsión de la envuelta de almacenamiento.

5 En algunas realizaciones de la invención, un sensor de retracción completa (FRS) del conjunto de barras de expulsión se dispone a una distancia dimensional (determinada por la longitud de la línea de calentamiento o por la longitud de la sección de almacenamiento lineal) a lo largo de la longitud de la sección de almacenamiento lineal 12a para detectar cuándo una longitud suficiente del conjunto de barras de expulsión se ha retraído completamente ascendiendo al interior de la envuelta de almacenamiento.

10 En una realización de la invención, el sistema de control de las barras de expulsión opera en un modo de embrague deslizante o de Par Ajustable y Velocidad Limitada (SLTA). El modo SLTA regula la velocidad de despliegue del sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión en base a la magnitud del par requerido para mantener una velocidad establecida según lo especificado por un operador del sistema de expulsión de palanquillas para una aplicación particular del sistema de expulsión de palanquillas. La velocidad y el par se ajustan usando parámetros del sistema impulsor del conjunto de barras de expulsión.

15 Como resumen del siguiente método de expulsión de palanquillas calentadas fuera de una línea de calentamiento por inducción eléctrica, se carga un lote de palanquillas para calentamiento por inducción eléctrica en la línea de calentamiento por inducción eléctrica terminando el lote de palanquillas en una palanquilla final del lote. El conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas de la línea de calentamiento por inducción eléctrica en una posición "lista para usar" se despliega desde la sección de almacenamiento arqueada de un almacenamiento del conjunto de barras de expulsión con el sistema impulsor del conjunto de barras de expulsión. La velocidad y el par de despliegue del sistema impulsor del conjunto de barras de expulsión se ajustan con el controlador del sistema de expulsión de palanquillas en respuesta a una velocidad y par del impulsor de la línea de calentamiento por inducción cuando la barra de expulsión de la palanquilla de cabeza o el adaptador de cabeza hace contacto con la palanquilla final y el conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas de la línea de calentamiento por inducción se despliega detrás de la palanquilla final hasta que la palanquilla final sale de la línea de calentamiento por inducción eléctrica. En ese punto del proceso, el calentamiento por inducción del lote de palanquillas se ha completado y el conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas de la línea de calentamiento por inducción eléctrica se retrae al interior de la sección de almacenamiento arqueada del almacenamiento del conjunto de barras de expulsión a la posición "lista para usar" con el sistema impulsor del conjunto de barras de expulsión.

20 La Figura 9(a) y la Figura 9(b) ilustran un ejemplo de un modo SLTA en un proceso de extracción de palanquillas de la presente invención. El controlador 70 del sistema de línea de calentamiento por inducción de la Figura 8 está provisto del sistema de calentamiento por inducción eléctrica en este ejemplo que puede ser independiente del sistema articulado de expulsión de palanquillas de la presente invención. En la Figura 8, el controlador 70 del sistema de línea de calentamiento por inducción transmite datos de par "T" del impulsor de arrastre 92a y velocidad "S" del lote de palanquillas al controlador 60 del sistema de expulsión de palanquillas para la ejecución del modo SLTA descrito a continuación.

25 El controlador 70 del sistema de línea de calentamiento por inducción controla el par "T" del impulsor de arrastre 92a de la línea de calentamiento por inducción para que se logre una velocidad "S" del lote de palanquillas según se requiera de modo que las palanquillas del lote de palanquillas avancen a través de la línea de calentamiento por inducción 90 y lleguen al extremo 90b con el perfil de calentamiento requerido. En este ejemplo de la invención, el controlador 70 del sistema de línea de calentamiento por inducción y el impulsor de arrastre 92a de la línea de calentamiento controlan la velocidad de la línea de calentamiento de palanquillas antes y después de que el extremo trasero de la última palanquilla cargada 88a haga contacto con el extremo delantero del conjunto de barras de expulsión, que en este ejemplo es el extremo delantero del adaptador de punta 42a de la Figura 9(a) y de la Figura 9(b).

30 En la Figura 9(a) antes de que el conjunto de barras de expulsión haga contacto con la última palanquilla cargada, el sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión controla la velocidad de salida del conjunto de barras de expulsión, por ejemplo, como se muestra en la Figura 9(a) y en la Figura 9(b), a tres veces la velocidad "S" del lote de palanquillas manteniéndose los rodillos de arrastre dobles superior e inferior (16a y 16b) a menos de la mitad o a la mitad del par "T" del impulsor de arrastre 92a para que el conjunto de barras de expulsión haga contacto rápido con la última palanquilla cargada antes de que sea engranada por el impulsor de arrastre 92a. Cuando el extremo delantero del adaptador de punta hace contacto con el extremo trasero de la última palanquilla cargada 88a, el sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión establece el par de los rodillos de arrastre dobles superior e inferior 16a y 16b a la mitad del par "T" del impulsor de arrastre 92a para mantener la velocidad del conjunto de barras de expulsión a la velocidad "S" del lote de palanquillas a medida que avanza hacia aguas abajo bajo el impulsor de arrastre 92a. Una vez que el conjunto de barras de expulsión está bajo el control del impulsor de arrastre 92a, el control de velocidad del sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión desliza electrónicamente para sincronizarse con el controlador de la línea de calentamiento a través del impulsor de arrastre 92a a un par "T" y una velocidad "S" para garantizar que el lote de palanquillas continúa moviéndose a través de la línea de calentamiento por inducción a la velocidad requerida para lograr el perfil de calentamiento de palanquillas requerido en el extremo 90b de la línea de calentamiento.

5 Cuando el extremo delantero del conjunto de barras de expulsión hace contacto con el extremo trasero de la última palanquilla cargada, la cantidad de par requerida para empujar el conjunto de barras de expulsión aumenta y supera el punto de ajuste de menos que o igual a la mitad del par T" del impulsor de pinza. Con el fin de limitar la cantidad de par que producen los rodillos de arrastre dobles superior e inferior 16a y 16b, el sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión ajusta la velocidad de salida del conjunto de barras de expulsión para mantener el par por debajo de un par máximo establecido por el operador del sistema de expulsión de palanquillas. A medida que el extremo trasero de la última palanquilla cargada del lote de palanquillas se aleja del extremo delantero del conjunto de barras de expulsión, el par requerido para mantener la velocidad existente en ese momento disminuye y, por lo tanto, la velocidad de salida del sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión aumenta. El resultado es que el extremo delantero del conjunto de barras de expulsión permanece en contacto con el extremo trasero de la última palanquilla cargada y coincide con la velocidad de avance de la última palanquilla cargada, y mantiene el par requerido para hacerlo.

15 La longitud longitudinal larga (X<sub>L</sub>) de una barra de expulsión utilizada en un conjunto de barras de expulsión de la presente invención está limitada por las dimensiones de la sección de almacenamiento arqueada 12b en una aplicación particular. Por ejemplo, con una longitud axial (X<sub>L</sub>) de la barra de expulsión de aproximadamente 254 mm (10 pulgadas) y un diámetro de sección transversal de alrededor de la sección de almacenamiento arqueada requiere un radio de aproximadamente 559 mm (22 pulgadas) para la sección de almacenamiento arqueada para el despliegue y retracción del conjunto de barras de expulsión y con una longitud axial (X<sub>L</sub>) de la barra de expulsión de aproximadamente 457 mm (18 pulgadas) requiere un radio de aproximadamente 1067 mm (42 pulgadas) para la sección de almacenamiento arqueada para el despliegue y retracción del conjunto de barras de expulsión.

20 Otras realizaciones de la invención pueden utilizar longitudes axiales de la barra de expulsión fuera del rango de 254 a 559 mm (10 a 22 pulgadas) siempre y cuando el entorno particular del sistema pueda soportar radios arqueados fuera del rango aproximado.

25 En otras realizaciones de la invención, no se proporciona un elemento de control de velocidad de la palanquilla de la línea de calentamiento por inducción independiente, como por ejemplo un rodillo de arrastre 92a, y el sistema impulsor 16 del conjunto de barras de expulsión con variaciones puede controlar la velocidad del calentamiento de las palanquillas a través de la línea de calentamiento mediante fuerza de empuje directamente sobre el lote de palanquillas para lograr el perfil de calentamiento de las palanquillas requerido.

30 Mientras que las realizaciones descritas de la invención se refieren a palanquillas cilíndricas, se pueden admitir otras configuraciones de palanquillas, por ejemplo, barras rectangulares, con las modificaciones apropiadas.

35 La presente invención se ha descrito en términos de ejemplos y realizaciones preferidos. Equivalentes, alternativas y modificaciones, además de las indicadas expresamente, son posibles y están dentro del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Los expertos en la técnica, con el beneficio de las enseñanzas de esta especificación, pueden hacer modificaciones a la misma sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Una barra de expulsión de palanquillas (40a) para línea de calentamiento por inducción eléctrica que comprende:

una sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente que tiene un eje de sección transversal central orientado longitudinalmente;

5 una sección de extremo hembra (40') de la barra de expulsión conformada en un primer extremo de la sección transversal orientado longitudinalmente opuesto de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente, comprendiendo la sección de extremo hembra de la barra de expulsión una horquilla (50) ubicada centralmente que se extiende axialmente desde el primer extremo de la sección transversal orientado longitudinalmente opuesto, teniendo la horquilla ubicada centralmente una primera pared lateral (52a) y una  
10 segunda pared lateral (52b) que se extienden axialmente desde el primer extremo de la sección transversal orientado longitudinalmente opuesto y una pared interior (52c) conformada a partir del primer extremo de la sección transversal orientado longitudinalmente opuesto de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral; teniendo la primera pared lateral y la segunda pared lateral un primer orificio de pivote transversal (53a) y un segundo orificio de pivote transversal (53b) dispuestos verticalmente descentrados con respecto al eje transversal central orientado longitudinalmente; estando el primer orificio de pivote transversal y el segundo orificio de pivote transversal alineados transversalmente el uno con el otro; y

20 una sección de extremo macho (40") de la barra de expulsión conformada en un segundo extremo de la sección transversal orientado longitudinalmente opuesto de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente, comprendiendo la sección de extremo macho de la barra de expulsión una pestaña (54) vertical dispuesta centralmente que se extiende axialmente desde el segundo extremo de sección transversal orientado longitudinalmente opuesto, teniendo la pestaña vertical dispuesta centralmente un tercer orificio de pivote transversal (54a) dispuesto verticalmente descentrado con respecto al eje de sección transversal central orientado longitudinalmente de modo que, cuando la pestaña vertical dispuesta centralmente se inserta entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral de la horquilla ubicada centralmente, el tercer orificio de pivote transversal se alinee transversalmente con el primer orificio de pivote transversal y con el segundo orificio de pivote transversal.

2. Una barra de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica según la reivindicación 1, que comprende además un disruptor de campo magnético formado por al menos una región ranurada orientada longitudinalmente (58) al menos parcialmente a lo largo de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente.

3. Un conjunto (100) de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica que comprende:

35 una pluralidad de barras de expulsión (40a) de la reivindicación 1 unidas entre sí en serie y mediante articulación giratoria, y

un elemento de sujeción (56) de la junta de pivote que pasa transversalmente a través de los orificios de pivote transversales primero, segundo y tercero de barras de expulsión adyacentes de la pluralidad de barras de expulsión para conformar una articulación giratoria con un límite de rotación.

4. Un conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica de la reivindicación 3, en el que el elemento de sujeción (56) de la junta de pivote comprende un pasador de horquilla (56a) asegurado en extremos opuestos del pasador de horquilla para retener el pasador de horquilla que pasa a través de los orificios transversales de pivote primero, segundo y tercero (53a, 53b, 54a).

45 5. Un conjunto (100) de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica de la reivindicación 3, que comprende además un adaptador de punta (42a) conectado mediante articulación giratoria a una barra de expulsión de cabeza (40h) de la pluralidad de barras de expulsión.

6. Un conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica de la reivindicación 3, en el que al menos una de la pluralidad de barras de expulsión comprende además un disruptor de campo magnético formado por al menos una región ranurada orientada longitudinalmente (58) al menos parcialmente a lo largo de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente.

50 7. Un conjunto (100) de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica de la reivindicación 3, en el que la longitud de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente de cada una de la pluralidad de barras de expulsión es igual.

8. Un sistema de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica que comprende:

un conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica de la reivindicación 3 que comprende:

5 una envuelta de almacenamiento del conjunto de barras de expulsión (93) que comprende una sección de almacenamiento lineal (12a) y una sección de almacenamiento arqueada (12b) para un almacenamiento listo para usar del conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica, estando la sección de almacenamiento arqueada conectada a un primer extremo de la sección de almacenamiento lineal y configurada para invertir una dirección del conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica que se mueve a través de un extremo de boca (12b') de la sección de almacenamiento arqueada dispuesta adyacente a una línea de calentamiento por inducción eléctrica, una barra de expulsión de cabeza (40h) del conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica situada en el extremo de boca (12b') de la sección de almacenamiento arqueada y una barra de expulsión de cola (40z) del conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica situada en un segundo extremo de la sección de almacenamiento lineal opuesto al primer extremo; y

20 un sistema impulsor (16) del conjunto de barras de expulsión que engrana con el conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica para desplegar alternativamente el conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica desde la envuelta de almacenamiento del conjunto de barras de expulsión (93) hasta la línea de calentamiento por inducción eléctrica y extraer la línea de calentamiento por inducción eléctrica.

9. Un sistema de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica de la reivindicación 8, en el que el sistema impulsor del conjunto de barras de expulsión comprende un par de rodillos de arrastre (16a, 16b) que selectivamente engranan con y se desengranan del conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica en la envuelta de almacenamiento del conjunto de barras de expulsión (93).

10. Un sistema de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica de la reivindicación 8, en el que al menos una de la pluralidad de barras de expulsión comprende además un disruptor de campo magnético formado por al menos una región ranurada orientada longitudinalmente (58) al menos parcialmente a lo largo de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente.

11. Un sistema de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica de la reivindicación 8, en el que el elemento de sujeción de la junta de pivote comprende un pasador de horquilla asegurado en los extremos opuestos del pasador de horquilla para retener el pasador de horquilla (56a) que pasa a través de los orificios de pivote transversales primero, segundo y tercero (53a, 53b, 54a).

12. Un sistema de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica de la reivindicación 8, que comprende además un adaptador de punta (42a) conectado mediante articulación giratoria a la barra de expulsión de cabeza.

13. Un método de expulsión de palanquillas calentadas fuera de una línea de calentamiento por inducción eléctrica, comprendiendo el método:

40 cargar un lote de palanquillas para calentamiento por inducción eléctrica en la línea de calentamiento por inducción eléctrica, terminando el lote de palanquillas en una palanquilla final del lote;

45 desplegar un conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica en una posición "lista para usar" desde una sección de almacenamiento arqueada (12b) de un almacenamiento del conjunto de barras de expulsión con un sistema impulsor (16) del conjunto de barras de expulsión, comprendiendo el conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica:

una pluralidad de barras de expulsión unidas entre sí en serie y mediante articulación giratoria y que tienen una barra de expulsión de cabeza (40h) o un adaptador de cabeza, comprendiendo cada una de la pluralidad de barras de expulsión:

50 una sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente que tiene un eje de sección transversal central orientado longitudinalmente;

55 una sección de extremo hembra (40') de la barra de expulsión conformada en un primer extremo de la sección transversal orientado longitudinalmente opuesto de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente, comprendiendo la sección de extremo hembra de la barra de expulsión una horquilla ubicada centralmente (50) que se extiende axialmente desde el primer extremo de la sección transversal

- 5 orientado longitudinalmente opuesto, teniendo la horquilla ubicado centralmente una primera pared lateral (52a) y una segunda pared lateral (52b) que se extienden axialmente desde el primer extremo de la sección transversal orientado longitudinalmente opuesto y una pared interior (52c) conformada a partir del primer extremo de la sección transversal orientado longitudinalmente opuesto de la sección central de barra de expulsión orientada longitudinalmente entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral; teniendo la primera pared lateral y la segunda pared lateral un primer orificio de pivote transversal (53a) y un segundo orificio de pivote transversal (53b) dispuestos verticalmente descentrados con respecto al eje de sección transversal orientado longitudinalmente; estando el primer orificio de pivote transversal y el segundo orificio de pivote transversal alineados transversalmente el uno con el otro; y
- 10 una sección de extremo macho (40") de la barra de expulsión conformada en un segundo extremo de la sección transversal orientado longitudinalmente opuesto de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente, comprendiendo la sección de extremo macho de la barra de expulsión una pestaña (54) vertical dispuesta centralmente que se extiende axialmente desde el segundo extremo de sección transversal orientado longitudinalmente opuesto, teniendo la pestaña vertical dispuesta centralmente
- 15 un tercer orificio de pivote transversal (54a) dispuesto verticalmente descentrado con respecto al eje de sección transversal central orientado longitudinalmente de modo que, cuando la pestaña vertical dispuesta centralmente se inserta entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral de la horquilla ubicada centralmente, el tercer orificio de pivote transversal se alinee transversalmente con el primer orificio de pivote transversal y con el segundo orificio de pivote transversal;
- 20 un elemento de sujeción (56) de la junta de pivote que pasa transversalmente a través de los orificios de pivote primero, segundo y tercero de barras de expulsión adyacentes de la pluralidad de barras de expulsión para formar una articulación giratoria (55) con un límite de rotación; y
- 25 ajustar la velocidad y el par de despliegue del sistema impulsor del conjunto de barras de expulsión con un controlador del sistema de expulsión de palanquillas en respuesta a la velocidad y el par de un impulsor de la línea de calentamiento por inducción a medida que la barra de expulsión de cabeza o el adaptador de cabeza hacen contacto con la palanquilla final del lote y el conjunto de barras articuladas de expulsión de la palanquilla para línea de calentamiento por inducción eléctrica se despliega detrás de la palanquilla final hasta que la palanquilla final sale de la línea de calentamiento por inducción eléctrica; y
- 30 retraer el conjunto de barras articuladas de expulsión de palanquillas para línea de calentamiento por inducción eléctrica al interior de la sección de almacenamiento arqueada de un almacenamiento del conjunto de barras de expulsión a la posición "lista para usar" con el sistema impulsor del conjunto de barras de expulsión.
14. El método de la reivindicación 13, en el que al menos una de la pluralidad de barras de expulsión tiene un disruptor de campo magnético formado por al menos una región ranurada orientada longitudinalmente (58) al menos parcialmente a lo largo de la sección central de la barra de expulsión orientada longitudinalmente.

35

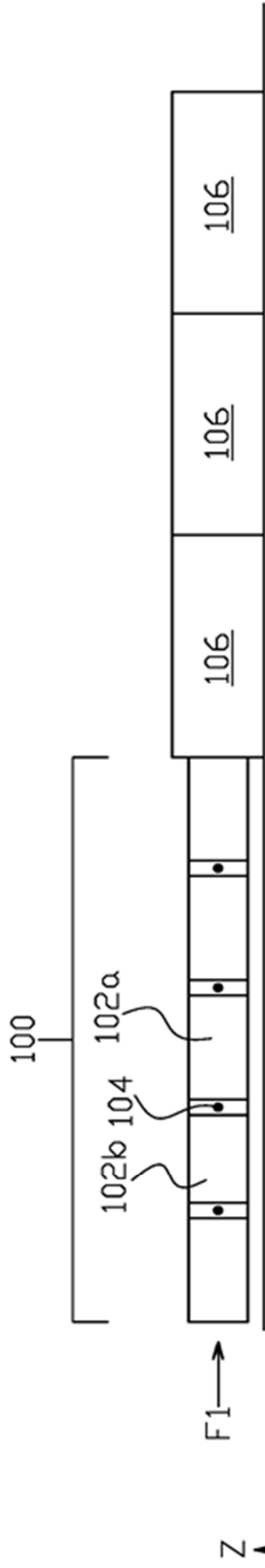


FIG. 1(a)

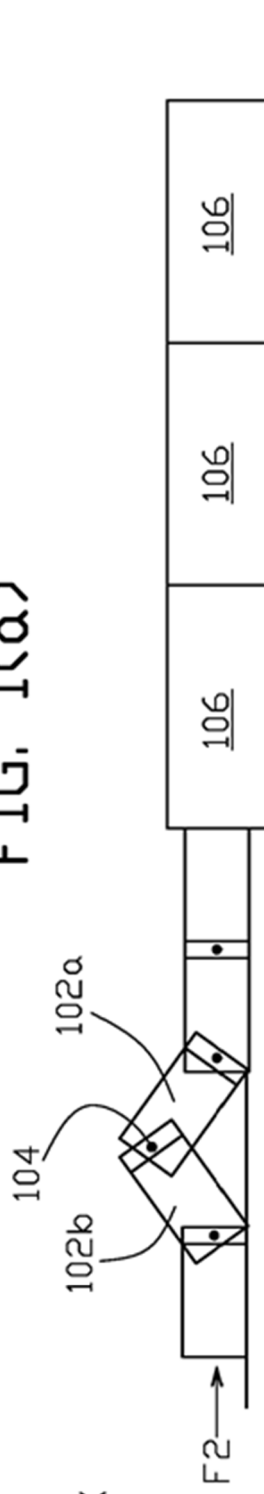


FIG. 1(b)

TÉCNICA ANTERIOR

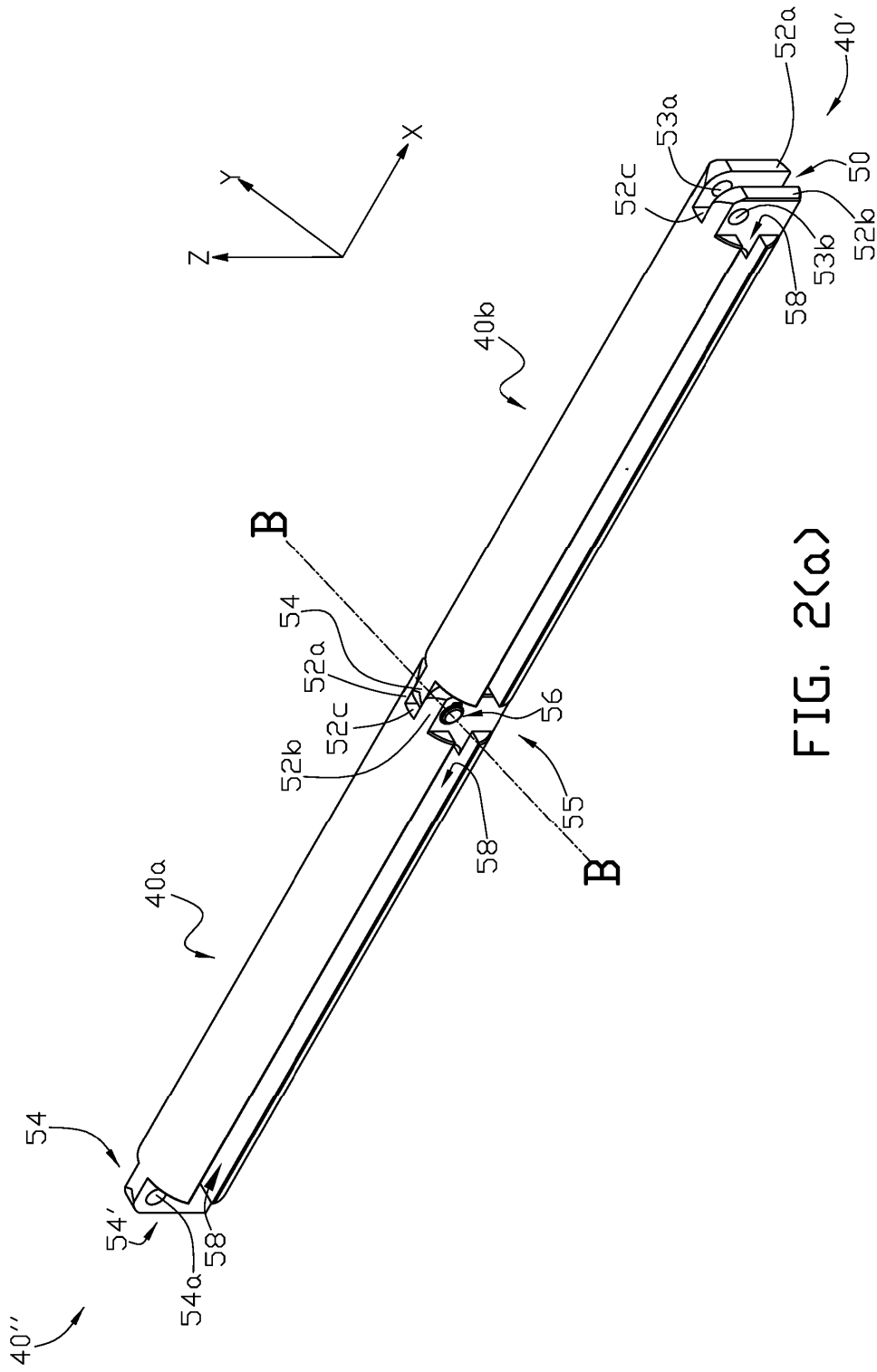


FIG. 2(a)

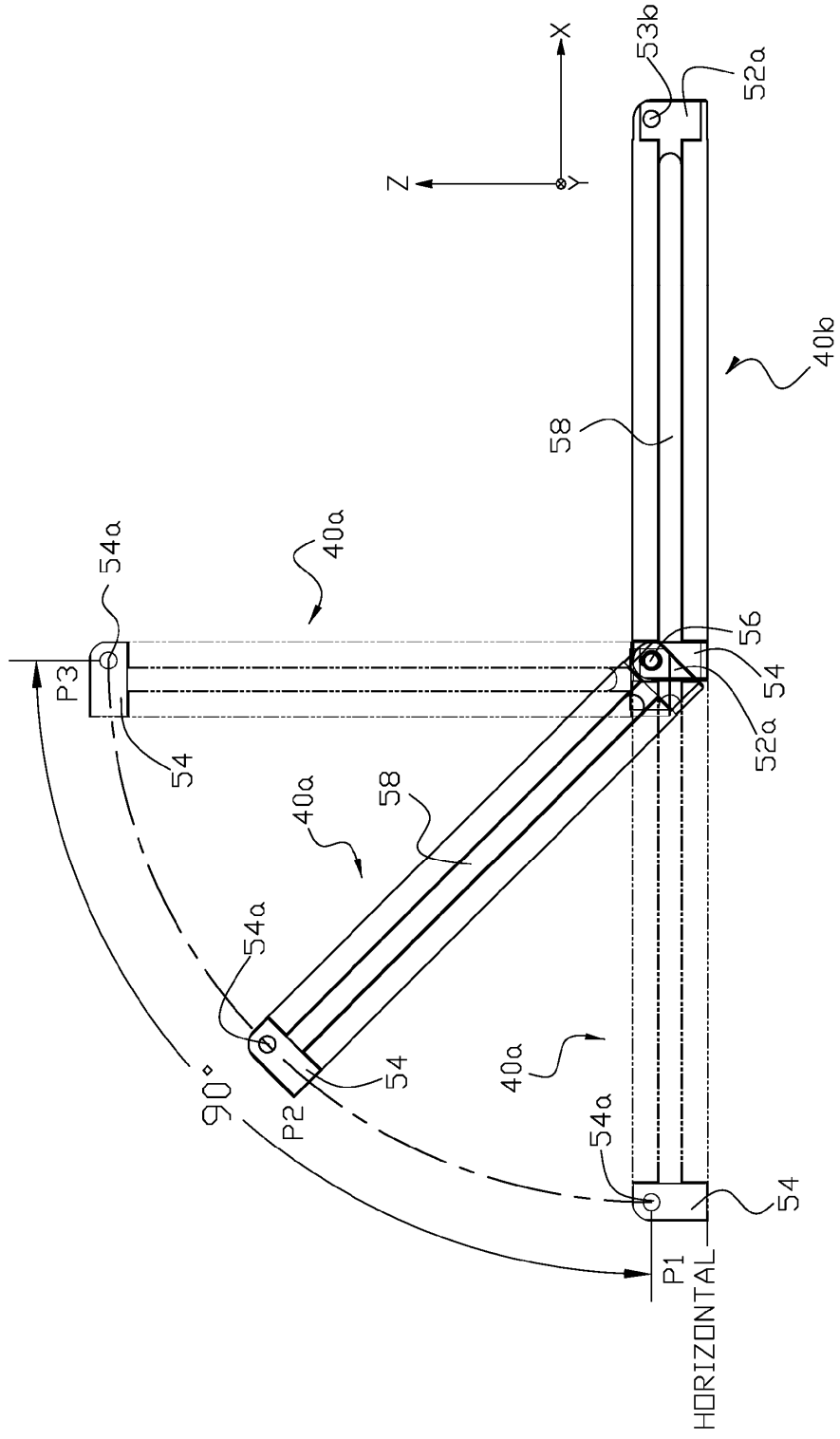


FIG. 2(b)

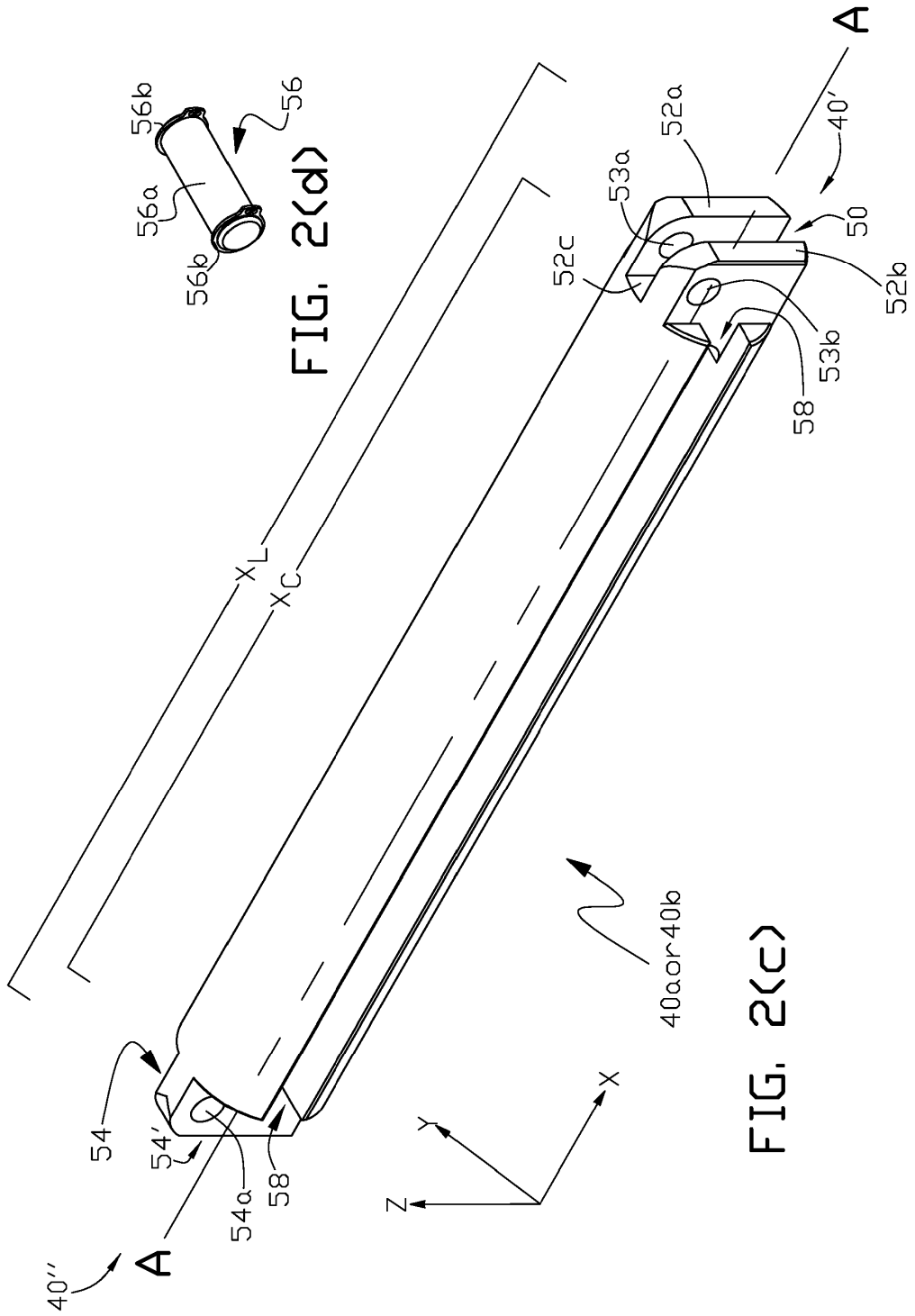


FIG. 2(d)

FIG. 2(c)

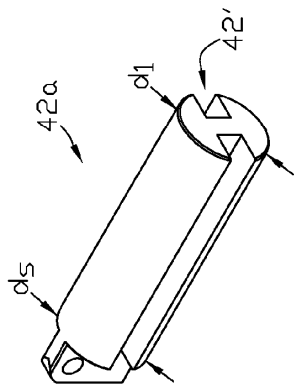


FIG. 3(a)

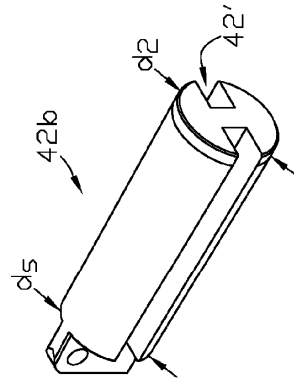


FIG. 3(b)

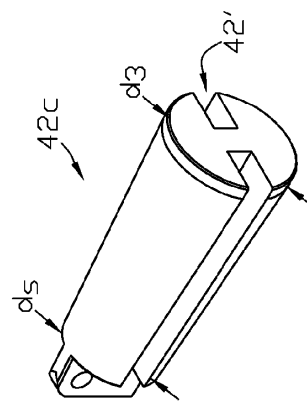


FIG. 3(c)

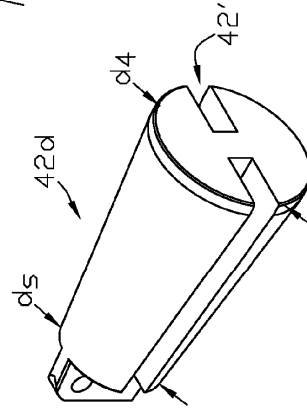


FIG. 3(d)

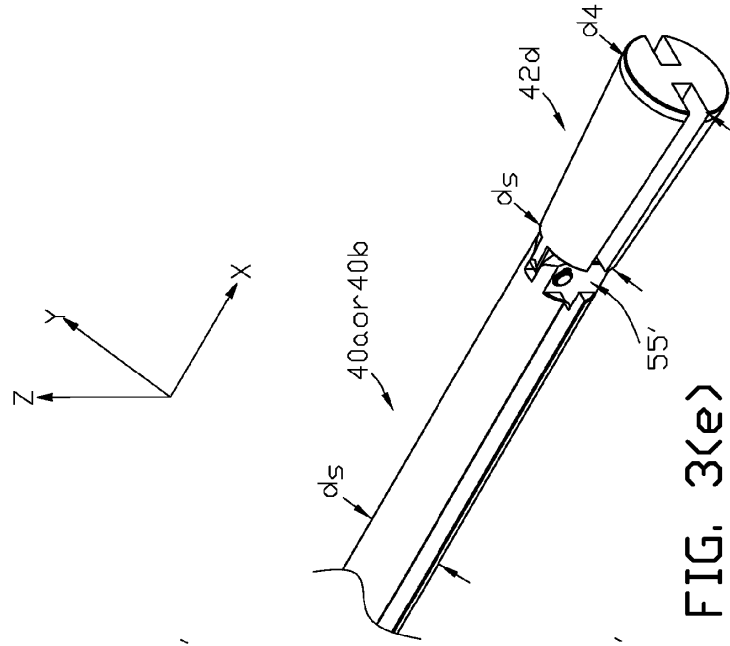
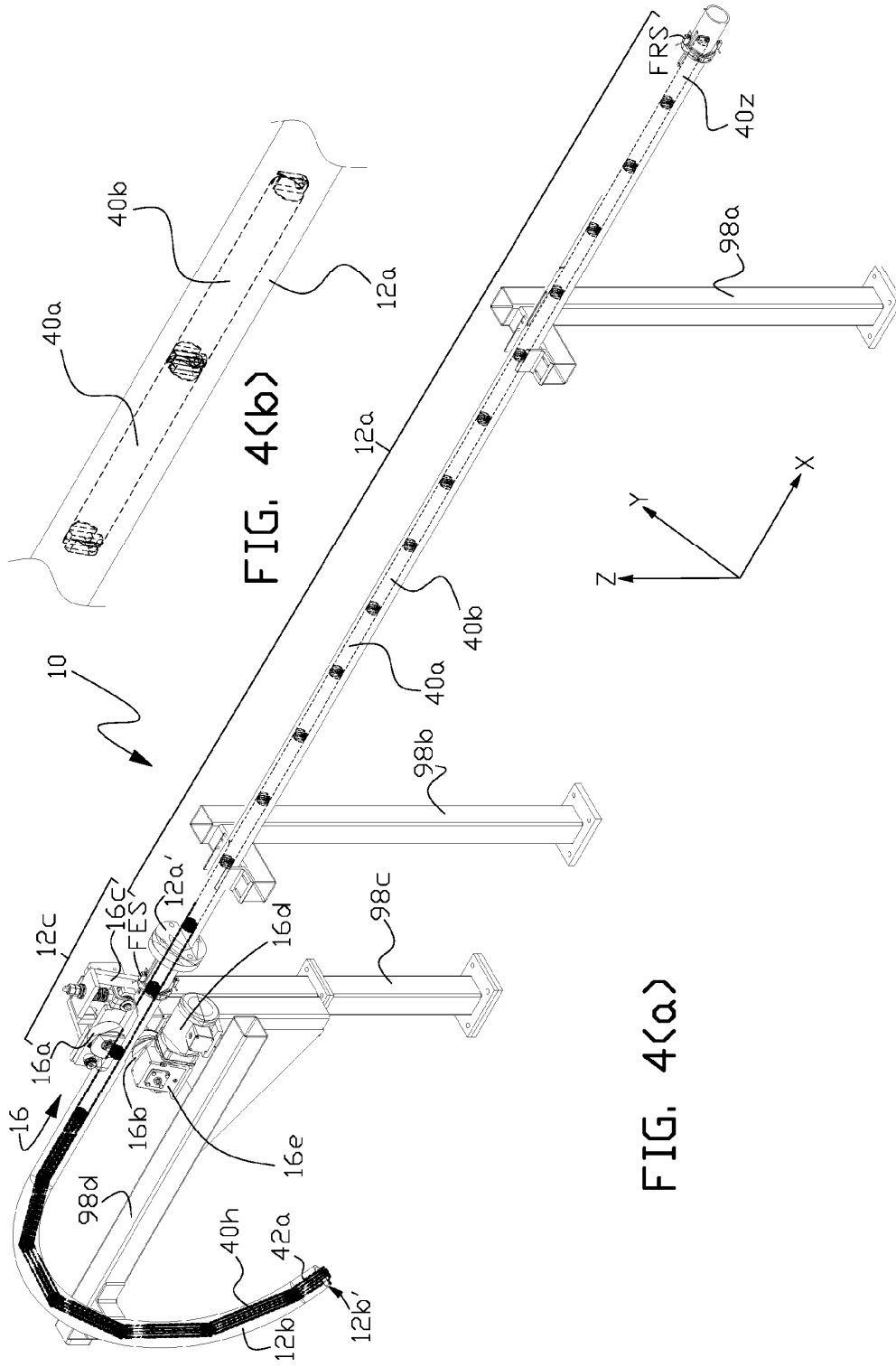
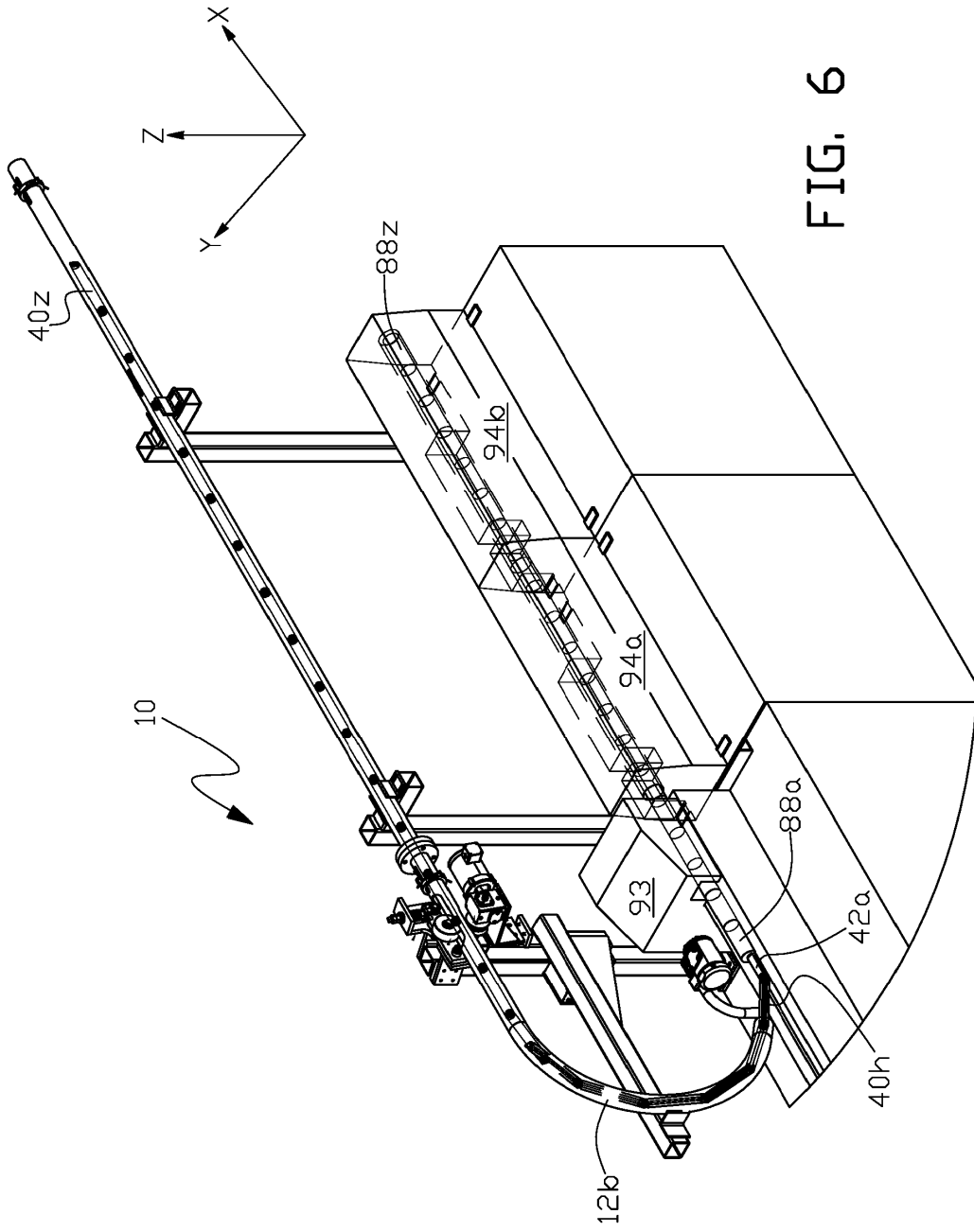


FIG. 3(e)







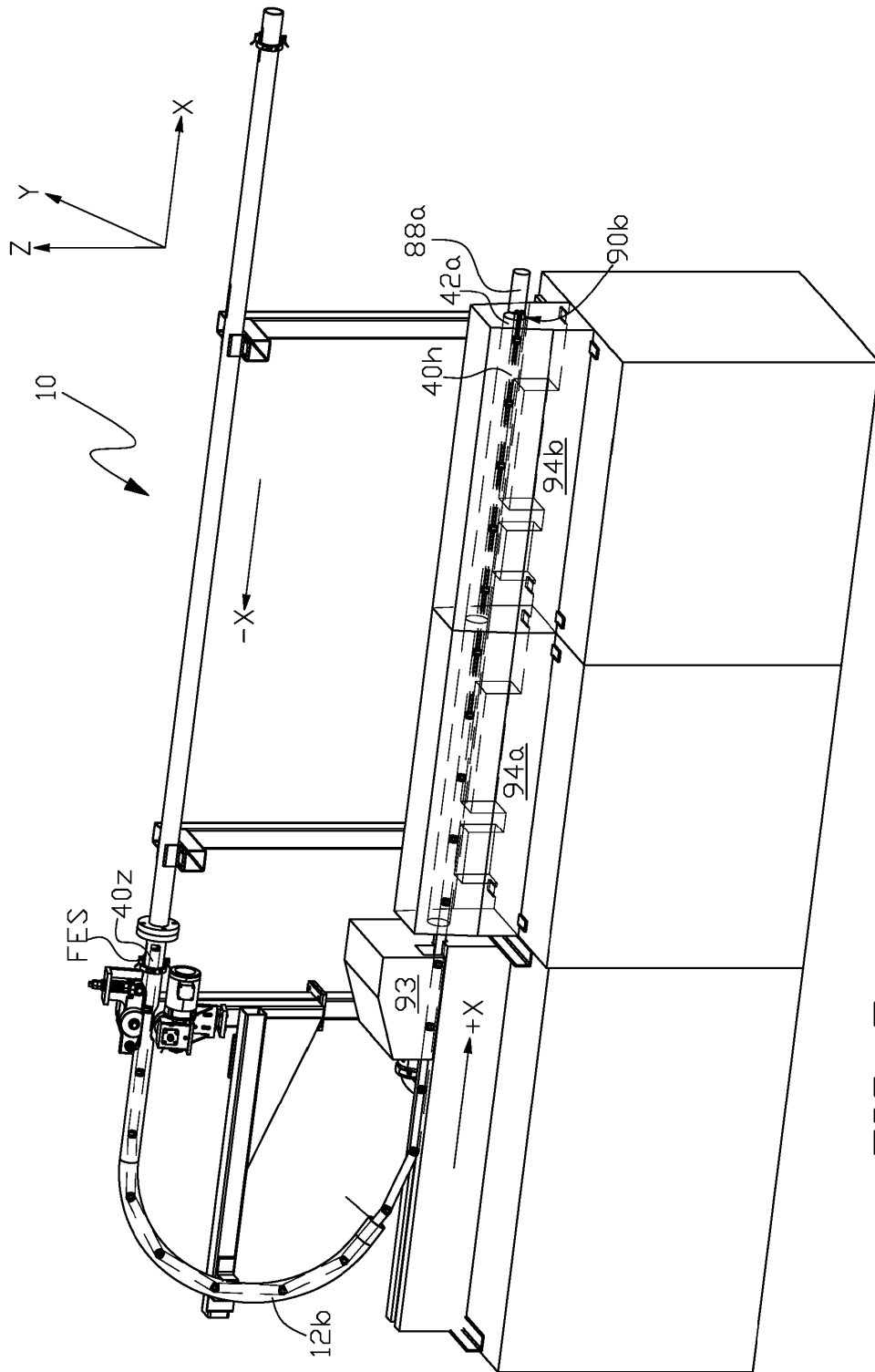


FIG. 7

