

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 961**

51 Int. Cl.:
B21D 19/02 (2006.01)
B21D 19/04 (2006.01)
B21D 19/06 (2006.01)
B23K 11/00 (2006.01)
B23K 13/02 (2006.01)
B21D 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05752331 .8**
96 Fecha de presentación: **22.06.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1758694**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.03.2007**

54 Título: **MEJORAS EN LA SOLDADURA DE MIEMBROS DE REBORDE HUECO.**

30 Prioridad:
23.06.2004 AU 2004903388

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.02.2012

73 Titular/es:
SMORGON STEEL LITESTEEL PRODUCTS PTY LTD
650 LORIMER STREET
PORT MELBOURNE, VIC 3207, AU

72 Inventor/es:
BARTLETT, Ross John;
NOLLER, Alexander y
YOKOYAMA, Keiji

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 373 961 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

Mejoras en la soldadura de miembros de reborde hueco

Esta invención se refiere a la fabricación de miembros de reborde hueco conformados en frío mediante un proceso de soldadura mejorado.

- 5 La invención se refiere particularmente, aunque no exclusivamente, a la fabricación de miembros estructurales de reborde hueco, conformados en frío, de doble soldadura. La presente solicitud se refiere a un proceso y a un aparato de soldadura ERW en línea de miembros de acero de reborde hueco en una línea de conformado en frío de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 8 (véase, por ejemplo, el documento US 5.163.225).

Antecedentes de la invención

- 10 Aunque existen muchas configuraciones de vigas estructurales ilustradas en un extenso conjunto de descripciones del estado de la técnica, la mayoría de estas vigas han sido diseñadas con un uso específico en la mente. Sin embargo, un número de estas divulgaciones del estado de la técnica ha buscado proporcionar una viga estructural de propósito general que pudiera competir con las vigas estructurales de propósito general más comunes, tales como las de madera, incluyendo vigas de madera laminada y vigas laminadas en caliente de perfil en I, de perfil en H y canales laminados en caliente.

Ejemplos de vigas estructurales de propósito específico se muestran en las patentes norteamericanas nº 5.012.626, 3.362.056 y 6.415.577, que describen vigas de material compuesto que tienen una plancha corrugada y rebordes huecos de sección rectangular o plana. La patente australiana nº 716.272 describe un tirante de refuerzo que incorpora cordones de reborde hueco.

- 20 En años más recientes, correas acabadas en frío de secciones transversales en forma de C, Z y J se han visto favorecidas en situaciones de soporte de baja carga como sustitución de secciones laminadas en caliente, ya que generalmente tienen una capacidad de sección por unidad de masa superior. Tales correas conformadas en frío presentan limitaciones significativas en capacidad de momento, ya que la longitud de la viga aumenta debido al número de diferentes modos de fallo por pandeo. Las patentes británicas 2.093.886 y 2.102.465 ilustran secciones acabadas en frío en forma de J o de H, respectivamente, mientras que la publicación internacional nº 96/23939 describe un miembro de sección en C.

En un intento de mejorar la eficiencia de sección de secciones a modo de correas conformadas en frío, se propuso emplear miembros de reborde hueco para aumentar la sección de reborde sin penalizar consecuentemente o al menos significativamente la masa de viga por unidad de longitud.

- 30 Ejemplos de apoyos de reborde hueco se muestran en la patente norteamericana nº 3.342.007, el certificado ruso de inventor nº 827723 y la patente norteamericana nº 3.698.224, todas las cuales describen vigas de reborde hueco de sección transversal triangular con rebordes "abiertos", esto es, no fueron formadas mediante costuras de soldadura continuas para optimizar la resistencia torsional de los elementos de reborde.

- 35 Las patentes norteamericanas nº 5.163.225 y 5.373.679, del presente solicitante como sucesor en título de las mismas, describen por primera vez vigas de reborde hueco acabadas en frío producidas mediante un proceso de soldadura dual para producir rebordes "cerrados" de sección transversal circular, en las que los extremos libres de los rebordes estuvieran soldados a lo largo de los bordes del miembro central de plancha. Los rebordes generalmente circulares podrían ser conformados a continuación tras la soldadura para producir rebordes huecos con una variedad de formas en sección transversal, tales como rectangular, hexagonal, triangular, o similares. Las vigas de reborde hueco que tienen rebordes de sección transversal triangular eran conocidas en el mercado como vigas "Dogbone" (marca registrada).

- 40 Aunque son generalmente satisfactorias para el propósito pretendido, el proceso de soldadura dual adoptado para la fabricación de las vigas "Dogbone" adolecía de una variedad de inconvenientes, en particular la estabilidad de la soldadura y una limitación en el intervalo de tamaños de la sección transversal del reborde debido a costes de herramienta excesivos. En un modo de realización, se provocaron fallos de esfuerzo en la soldadura por un trabajo excesivo de la zona de endurecimiento de la soldadura en la sección de perfilado del tren de conformado.

Como se utiliza aquí, la expresión "ERW" se refiere a la soldadura por resistencia eléctrica o inducción que utiliza ya sea contactos o bobinas de inducción/impedidores para crear una corriente en el miembro y otras formas de soldadura por resistencia eléctrica.

- 50 Por consiguiente, es un objetivo de la presente invención superar o aliviar al menos algunos de los inconvenientes del proceso de soldadura dual "Dogbone" del estado de la técnica, y proporcionar un proceso de soldadura adecuado para la producción de miembros de acero de reborde hueco conformados en frío.

Sumario de la invención

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un proceso de soldadura ERW en línea de miembros de

acero de reborde hueco en un tren de conformado en frío de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con la presente invención, dicho borde libre se alinea con dicho eje de soldadura mediante uno o más rodillos de costura, cada uno de los cuales tiene un resalto circunferencial que proporciona un apoyo para dicho borde libre.

- 5 De acuerdo con la presente invención, dicho borde libre de dicha tira metálica es llevado a apoyar en dicho resalto circunferencial mediante un rodillo de guiado contorneado.

Adecuadamente, dicha tira metálica está soportada centralmente mediante superficies de rodillo cilíndricas opuestas contiguas a dicha región de soldadura a medida que dicho borde libre es llevado a apoyar en dicho resalto circunferencial.

- 10 Los rodillos de costura pueden estar montados de modo ajustable para guiar dicho borde libre hacia dicha región de cierre de en un ángulo predeterminado con relación a dicha superficie de la tira.

Preferiblemente, dicho borde libre de dicha tira metálica es guiado a través de dicha trayectoria predeterminada mediante un rodillo escurridor contorneado que se extiende sobre dicha superficie contorneada de dicha tira metálica entre caras de contacto separadas, sustancialmente paralelas de dicho rodillo escurridor contorneado.

- 15 La energía de soldadura puede ser impartida a dicho borde libre y a dicha región de soldadura predeterminada mediante una bobina de inducción acoplada a una fuente de corriente eléctrica, extendiéndose dicha bobina sustancialmente alrededor de dicha tira metálica en un plano sustancialmente perpendicular a un eje longitudinal de la misma.

- 20 Si es necesario, un impedidor de inducción en forma de varilla alargada soportado en un extremo puede extenderse en una cavidad hueca interior de dicha superficie contorneada hasta una región contigua a dicha región de cierre en donde dicho borde libre se fusiona con dicha superficie de dicha tira metálica.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato de soldadura ERW en línea de miembros de acero de reborde hueco en un tren de conformado en frío, de acuerdo con la reivindicación 8.

- 25 Adecuadamente, dicha corriente eléctrica es inducida en dicho borde libre y en dicha región de soldadura mediante contactos eléctricos que se acoplan de modo deslizante con dicha tira metálica contigua a dicho borde libre y a dicha región de soldadura.

Preferiblemente, dicha corriente eléctrica es inducida en dicho borde libre y en dicha región de soldadura mediante una bobina de inducción que rodea transversalmente dicha tira metálica en un plano perpendicular a una dirección de desplazamiento de dicha tira metálica a través de la misma.

- 30 Preferiblemente, al menos uno de dicha pareja de rodillos escurridores es ajustable angularmente en un plano perpendicular a una dirección de desplazamiento de dicha tira metálica entre ambos.

Al menos uno de dicha pareja de rodillos escurridores puede ser ajustable relativamente al otro de dicha pareja en una dirección perpendicular a un eje de rotación de dicho al menos uno de dicha pareja de rodillos escurridores.

Adecuadamente, dicha caja de soldadura incluye unos rodillos de soporte de la plancha que giran alrededor de ejes respectivos paralelos, perpendiculares a una dirección de desplazamiento de un miembro de tira metálica entre ambos.

- 35 Si se requiere, un rodillo de soporte de la plancha puede tener un borde exterior contorneado para funcionar como uno de dicha pareja de rodillos escurridores.

El aparato puede incluir más de una caja de rodillo de costura.

- 40 De acuerdo con la presente invención, al menos una de dichas cajas de rodillos de costura incluye un rodillo de costura que tiene un resalto circunferencial en el mismo, resalto circunferencial que proporciona en uso un apoyo para dicho borde libre de dicha tira metálica.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un rodillo de guiado contorneado para llevar, en uso, dicho borde libre de dicha tira metálica a apoyar en dicho resalto circunferencial.

Si se requiere, un impedidor en forma de varilla soportado en un extremo del mismo, aguas arriba de dichas uno o más cajas de rodillos de costura, se extiende en un interior hueco de una región de borde contorneada de dicha tira metálica.

- 45 **Breve descripción de los dibujos**

Con el fin de que la invención sea más fácilmente comprendida y puesta en práctica, se hará referencia a continuación a modos de realización preferidos ilustrados en los dibujos adjuntos, en los cuales:

la fig. 1 muestra esquemáticamente un tren de conformado en frío para miembros de reborde hueco;

la fig. 2 muestra esquemáticamente un proceso de soldadura dual del estado de la técnica;

la fig. 3 muestra esquemáticamente una región de rodillos escurridores del estado de la técnica en una caja de soldadura de un tren de conformado en frío;

5 la fig. 4 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal agrandada de la configuración de rodillos de la caja de soldadura de la fig. 3;

la fig. 5 muestra una vista lateral en alzado de una porción de un tren de conformado en frío que incorpora unas cajas de rodillos de conformado, de rodillos de costura y una caja de soldadura;

la fig. 6 muestra una porción de un patrón de conformado en flor de una viga de reborde hueco de las anteriores etapas de conformado hasta justo la entrada en la caja de soldadura;

10 las figs. 7a y 7b muestran esquemáticamente en vistas trasera y frontal la configuración de la caja de rodillos de guiado de la costura;

la fig. 8 muestra esquemáticamente la configuración de la caja de soldadura;

la fig. 9 muestra esquemáticamente la configuración de los rodillos en la caja de soldadura de la fig. 8;

15 la fig. 10 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva en línea discontinua de los rodillos en la caja de soldadura de la fig. 8;

la fig. 11 muestra esquemáticamente la configuración y relaciones de una bobina de inducción y unos impedidores;

la fig. 12 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal del conjunto de bobina de inducción/impedidor de la fig. 12 en uso, con una sección de reborde hueco en el mismo; y

20 las figs. 13-16 muestran secciones transversales de miembros de reborde hueco realizadas de acuerdo con el procedimiento y aparato de acuerdo con la invención.

A lo largo de los dibujos, cuando sea apropiado, números de referencia similares se emplean para elementos similares por claridad.

Descripción detallada de los dibujos

25 La fig. 1 muestra esquemáticamente una configuración general típica de un tren de conformado que puede ser empleado en la fabricación de miembros de reborde hueco como se ejemplifica en las figs. 11 a 14. Simplificando, el tren de conformado comprende una estación de conformado 11, una estación de soldadura 12, y una estación de perfilado 13.

30 La estación de conformado 11 comprende cajas de accionamiento alternativo 14 y cajas de rodillos de conformado 15. Las cajas de accionamiento 14 están acopladas a un tren de accionamiento (no mostrado) de un tren de conformado convencional, pero en lugar de emplear rodillos de conformado contorneados para ayudar al proceso de perfilado, se emplean rodillos cilíndricos simples para atrapar la tira de acero 16 en una región central que corresponde a la porción de plancha de la viga resultante. Las cajas de rodillos de conformado 15 están formadas como parejas separadas 15a, 15b cada una de las cuales está equipada con un conjunto de rodillos contorneados adaptados para formar una porción de reborde hueco en lados opuestos de la tira metálica 16 a medida que esta pasa a través de la estación de conformado. Como las cajas 15a, 15b de rodillos de conformado no necesitan acoplarse a un tren de accionamiento como en los trenes de conformado en frío convencionales, las cajas de los rodillos de conformado pueden ser ajustadas fácilmente de modo transversal al eje longitudinal del tren de conformado para alojar vigas de reborde hueco de anchura variable.

35 Una vez formada a una configuración deseada en sección transversal, la tira 16 formada con bordes entra en la estación de soldadura 12, en la cual los bordes libres de las porciones formadas con bordes son conducidos a hacer contacto con la plancha en un ángulo predeterminado de aproximación en presencia de un aparato de soldadura ERW. Para contribuir a ubicar los bordes libres con relación a una región de soldadura deseada en la superficie de la tira, la tira formada es dirigida hacia cajas de rodillos de guiado de la costura 17 en la región del aparato ERW mostrada esquemáticamente en 40 17a. Una vez que los bordes de la tira y la región de la línea de costura de soldadura en la cara de la tira son calentados a la temperatura de fusión, la tira pasa a través de una caja de soldadura 18 para empujar las porciones calentadas entre sí para fusionar los rebordes cerrados. La sección de reborde hueco soldada continúa entonces a través de una sucesión de cajas de rodillos de accionamiento 19 y cajas de rodillos de perfilado 20 para formar el perfil en sección transversal deseado del miembro, y finalmente a través de una caja 21 de rodillos de cabeza de turco convencional para el estirado final, y de aquí para salir como una viga 22 de reborde hueco de soldadura dual. La soldadura ERW imparte una corriente en los bordes libres de la tira y en las regiones contiguas respectivas de la plancha debido a un efecto de proximidad entre un borde libre y la porción más próxima de la plancha. Como la energía térmica en la porción de 45 plancha es capaz de disiparse bidireccionalmente en comparación con un borde libre del reborde, se requiere una energía adicional para inducir suficiente calor en la región de plancha para permitir la fusión con el borde libre.

50 Por ello se encontró que utilizando técnicas de conformado convencionales y procesos ERW que emplean la cantidad de

energía requerida para calentar la porción interior de la tira hasta una temperatura de fusión es tal que provocan que el borde libre se funda y fluya como glóbulos fundidos alejándose del borde. Como resultado de esta pérdida de borde de la tira, el área en sección transversal de reborde se reducía significativamente y se hacía más difícil controlar el borde de la tira en el punto de soldadura.

5 La fig. 2 muestra esquemáticamente una técnica del estado de la técnica para soldadura ERW de alta frecuencia.

En la fig. 2, la plancha 30 se formó con una sección transversal en forma arqueada en un intento de minimizar la extensión en la cual los rebordes huecos 31 tenían que ser formados para poner en contacto los bordes libres con el borde de la plancha 30. Parejas de contactos 32, 33 acoplados con fuentes 34 respectivas de corriente alterna de alta frecuencia se ubicaron contiguamente al borde libre 34 de cada reborde 31 y contiguamente al borde de la plancha en el cual se iba a formar una costura de soldadura. Como se puede observar, el borde libre 34 de cada reborde hueco 31 se aproximaba a la línea de costura de soldadura 35 en un ángulo con la misma, tanto en un plano vertical como en un plano horizontal.

La fig. 3 ilustra una configuración de rodillos de la caja de soldadura típica del estado de la técnica en la que unos rodillos laterales 36 empujan los rebordes perfilados 31 hacia dentro en una dirección horizontal, mientras que unos rodillos escurridores 37 contorneados, que cooperan con un rodillo de soporte inferior 38 empujan los bordes libres calentados de los rebordes para hacer contacto con una región calentada en el borde de la plancha 30 para efectuar la fusión entre ambos.

Las fuerzas combinadas aplicadas a los bordes libres de los rebordes por los rodillos laterales 36 y los rodillos escurridores 37 es eficaz para conformar toda la sección de reborde a la vez que se reduce su diámetro de modo efectivo.

La fig. 4 es una vista en sección transversal aumentada a través del conjunto de rodillos de la caja de soldadura mostrado en la fig. 3. Antes de entrar en el conjunto de rodillos de la caja de soldadura, mostrado generalmente como 39, los bordes libres 34 de los rebordes 31 están separados por encima de unas ubicaciones finales 40 de la costura de soldadura en la tira metálica 30, como se muestra en la región en sección de una manera algo exagerada en línea discontinua. A medida que la sección conformada avanza a través del conjunto de rodillos 39 de la caja de soldadura, los bordes libres 34 de los rebordes huecos 31 son empujados hacia abajo y hacia fuera por las presiones combinadas de los rodillos cooperantes 36, 37, 38, por lo que los bordes libres 34 "barren" a lo largo de la superficie de la plancha 30 hasta que hacen contacto con la superficie de la misma en posiciones 40 respectivas de la costura de soldadura.

Durante el movimiento "de barrido" de los bordes libres 34, se provocó que la "sombra" térmica, inducida en la plancha por la proximidad de los bordes libres 34, se desplazará hacia fuera de una posición 41, representada por la distancia más corta entre el borde libre 34 y la cara superior de la plancha, hacia la posición de la costura de soldadura 40, en la cual tiene lugar la fusión. Debido a la incapacidad de enfocar el calor inducido por el efecto de proximidad en la ubicación final de la costura de soldadura, se disipó una cantidad sustancial de energía calorífica en la plancha y en las regiones contiguas de los rebordes huecos.

Con el fin de superar esta disipación de energía, la energía eléctrica suministrada fue aumentada para compensar las pérdidas de energía calorífica, aunque esto tendía a sobrecalentar el borde libre de la plancha hasta el punto que se perdió metal fundido del borde libre del reborde por fusión. Además, el requerimiento de sobrecalentar los bordes del reborde para inducir un calor suficiente en el borde de la plancha a fin de tener una integridad de la soldadura adecuada se vio exacerbado por el pandeo del borde, lo que daba como resultado una pérdida de estabilidad de la soldadura.

Ahora se ha descubierto que las dificultades anteriormente mencionadas pueden ser superadas alineando el borde libre del reborde con la línea de soldadura pretendida a medida que se calienta y a continuación empujando el borde libre de la tira para que haga contacto con la región de la plancha calentada a lo largo de una trayectoria rectilínea en una dirección que corresponde a un ángulo deseado de incidencia entre la porción de plancha y la región del borde del reborde en la vecindad de la costura de soldadura. Al guiar el borde libre del borde del reborde a lo largo de esta trayectoria predeterminada, el efecto de "barrido" provocado por el giro del reborde en los rodillos escurridores de la caja de soldadura evita el problema de inducir calor en una trayectoria innecesariamente ancha que se aleja de la línea de costura de soldadura deseada a medida que el borde libre se alineaba con la línea de costura de soldadura deseada.

El control mucho mayor del proceso de soldadura por resistencia o inducción eléctrica de alta frecuencia ha conducido a eficiencias de producción mejoradas y a tolerancias de fabricación significativamente mejoradas de los miembros de reborde hueco de soldadura dual fabricados de acuerdo con el proceso y el aparato de acuerdo con la invención.

La fig. 5 muestra una vista en alzado lateral de una porción de un tren de conformado en frío que incorpora una porción de la estación 11 de conformado y la estación 12 de preparación y soldadura del borde de la figura 1.

En la figura 5, un lecho 50 de un tren de conformado soporta un rodillo de conformado accionado 51, un soporte del rodillo 52, una caja de conformado de bordes sin accionamiento 53, un soporte del rodillo 54 adicional, un soporte del impedidor 55, una caja de conformado de bordes sin accionamiento 56, una caja de conformado de bordes sin accionamiento 57 adicional, una caja de rodillos de conformado accionados 58 con rodillos laterales 59, una caja de rodillos de guiado de la costura de seis rodillos 60 y una caja de soldadura de cuatro rodillos 61. Situada entre las cajas

60 y 61 se sitúa una bobina de trabajo 62.

La fig. 6 ilustra un patrón de flor para un miembro de reborde hueco producido en la porción del tren de conformado mostrada en la fig. 5.

5 La sección 6A ilustra la forma que emerge de la caja de rodillos 53, la sección 6B ilustra la forma que emerge de la caja de rodillos 58, la sección 6C ilustra la forma que emerge de la caja de rodillos de guiado de la costura 60 y la sección 6C ilustra la forma de la sección conformada antes de la entrada en la caja de soldadura 61. Como se puede observar, la trayectoria del borde libre 34 del reborde hueco 31 sigue un camino de menor distancia entre el borde 34 y el borde 40 de la plancha 30, y a medida que la sección se aproxima a la caja de rodillos de guiado de la costura 60, la forma en sección transversal del reborde hueco adopta un perfil algo ovalado, como se muestra en 6C. Se puede observar asimismo que
10 la posición del borde 34 del reborde ha sido ubicada de modo fijo con relación al borde 40 de la plancha 30 en la región de la bobina de inducción 62.

La fig. 7 muestra esquemáticamente la configuración de la caja de rodillos de guiado de la costura 60 de la fig. 5, en la cual la fig. 7a es una vista en alzado aguas abajo y la fig. 7b es una vista en alzado aguas arriba.

15 La fig. 7a muestra esquemáticamente una vista en alzado aguas abajo de la caja de rodillos de costura 60 en la fig. 5. La caja de rodillos 60 comprende un bastidor de soporte 65, en la cara aguas abajo del cual se monta una pareja de rodillos de soporte contorneados 66, 66a, montados independientemente, cada uno articulado para girar alrededor de ejes de giro 67, 67a alineados, y rodillos de guiado de la costura 68, 68a articulados de modo giratorio sobre ejes respectivos 69, 69a inclinados. Los rodillos de guiado de la costura 68, 68a sirven para guiar los bordes libres 34a, 34b de rebordes huecos 31, 31a para alinearse longitudinalmente con una línea de costura de soldadura deseada a medida que la
20 sección acabada en frío se aproxima a los rodillos escurridores de la caja de soldadura 61.

Alrededor de los bordes internos de los rodillos de guiado de la costura 68, 68a se sitúan unos bordes periféricos redondeados 70 que sirven como apoyo contra el cual los bordes libres 34 de los rebordes huecos pueden ser empujados para alinear estos bordes del reborde con los bordes 40 de la plancha 30.

25 Tanto los rodillos de guiado de la costura 68, 68a como los rodillos de soporte 66, 66a son ajustables axialmente para alojar miembros de reborde hueco de diferentes tamaños. De modo similar, los rodillos de guiado de la costura 68, 68a se montan de modo pivotante en el bastidor de soporte 65.

La fig. 7b es una vista aguas arriba del soporte de la caja de rodillos de guiado de la costura 60.

30 En el bastidor arqueado 65 se sitúan un rodillo de guiado de la costura 71 cilíndrico y un rodillo de soporte 72 cilíndrico, cada uno de ellos articulado de modo giratorio alrededor de ejes de giro 73, 74 respectivos. El rodillo de soporte 72 incluye regiones terminales contorneadas 72a para alojar una porción de los rebordes huecos 31 mientras que unos extremos redondeados 75, 76 del rodillo de guiado de la costura se sitúan sobre los bordes internos 40 de la plancha 30 con los bordes libres 34 de los rebordes huecos 31 apoyando contra los extremos planos del rodillo 71. La plancha 30 está firmemente agarrada entre las porciones cilíndricas de los rodillos 71 y 72 para evitar el pandeo de la misma, particularmente en la contigüidad de los bordes 40.

35 La fig. 8 muestra la configuración de la caja de soldadura de cuatro rodillos 61 en la fig. 5.

40 La caja de soldadura 61 comprende un rodillo superior 80 cilíndrico y un rodillo inferior 81 cilíndrico con bordes contorneados 81a, estando cada uno de los rodillos 80, 81 articulado de modo giratorio alrededor de ejes de giro 82, 83 respectivos. Unos rodillos escurridores contorneados 84a, 84b giratorios alrededor de ejes inclinados 85a, 85b respectivos están adaptados para empujar los bordes libres 34a, 34b calentados de los rebordes huecos 31 hacia regiones de línea de costura de soldadura calentadas respectivas a lo largo de las fronteras opuestas 40 de la plancha 30 para efectuar la fusión entre ambos para crear una costura de soldadura continua. Se apreciará que las cavidades definidas entre los rodillos escurridores 84a, 84b y los bordes contorneados 81a respectivos de los rodillos de soporte cilíndricos 81 son de perfil ovalado similar al perfil en sección transversal de los rebordes huecos 31 representado por la sección 6D de la fig. 6.

45 Los bordes libres 34a, 34b son empujados hacia líneas de soldadura respectivas de un modo lineal perpendicular a los ejes de giro 85a, 85b respectivos de los rodillos escurridores 84a, 84b sin una acción transversal de "barrido", manteniendo por ello "sombras" o trayectorias de inducción estables sobre o en la posición deseada de las costuras de soldadura entre los bordes libres 34a, 34b respectivos y las fronteras opuestas 40 de la plancha 30.

50 Los rodillos cilíndricos 80, 81 están montados de modo ajustable para desplazarse en un plano rectilíneo mediante tornillos de ajuste 86, 87 respectivamente, estando acoplados los tornillos 86, 87 a carros de rodillos 88, 89 respectivamente, montados de modo deslizante en un bastidor de soporte 90.

55 Los rodillos escurridores 84a, 84b están montados de modo deslizante en carros 91, 92 respectivos de bastidores de soporte de rodillos escurridores 93, 94 respectivamente para ajustarse de modo deslizante a lo largo de ejes de deslizamiento 95, 96 respectivos mediante tornillos de ajuste 97. Los bastidores de soporte 93, 94 de los rodillos escurridores están a su vez montados de modo ajustable para un movimiento transversal mediante un tornillo 98 que

acopla montajes para los bastidores de soporte 93, 94 mediante un árbol roscado 99 y para un movimiento rectilíneo mediante tornillos 100. Preferiblemente, los bastidores de soporte de rodillos están montados de modo pivotante en un bastidor 90 para un movimiento pivotante alrededor de ejes respectivos paralelos a la dirección de movimiento de un miembro de reborde hueco que se desplaza a lo largo de la caja de soldadura 61.

- 5 El montaje ajustable de rodillos permite la soldadura en la caja de soldadura de un amplio abanico de miembros de reborde hueco de dimensiones variables y configuraciones en sección transversal, con un control extremadamente preciso de la trayectoria a lo largo de la cual los bordes libres de los rebordes huecos viajan hacia una línea de costura de soldadura ubicada de modo preciso, en la contigüidad o en los bordes de la plancha del miembro.

10 La fig. 9 muestra esquemáticamente la configuración de los rodillos en la caja de soldadura 61 de la fig. 8 para ilustrar más claramente el guiado de los bordes libres de los rebordes huecos hacia las costuras de soldadura a lo largo de los bordes de la plancha.

15 En el dibujo, se muestra en línea de puntos una posición algo exagerada de los rebordes huecos 31 conformados y de sus bordes libres 34 respectivos. A medida que la sección conformada se aproxima a la combinación de rodillos, los rebordes huecos 31 son empujados hacia dentro hacia los extremos contorneados 81a de rodillos separados 81 lo que corresponde al movimiento de los rodillos 84a, 84b lo largo de ejes deslizantes 95, 96 respectivos, como se muestra en la fig. 8.

20 Importantemente, se puede observar que aproximadamente la mitad de la porción externa de los rebordes huecos que acaban en los bordes libres 34 es empujada en la dirección mostrada por las flechas 101, por lo que la región casi plana del reborde contigua al borde libre 34 y una porción correspondiente del lado opuesto del reborde son llevadas conjuntamente como una porción unitaria hacia el rodillo 81, por lo que la deformación de la porción restante del reborde contigua al borde 40 de la plancha 30 es alojada en los bordes contorneados 81a de los rodillos 81. Igualmente, se puede observar que el borde libre 34 de la plancha 31 viaja en una trayectoria lineal recta hacia el borde 40 de la plancha 30 cuando se forma la costura de soldadura.

25 La fig. 10 muestra esquemáticamente en línea discontinua una vista en perspectiva agrandada de la relación de los rodillos escurridores 84a, 84b con rodillos de soporte 80, 81 superior e inferior a medida que los bordes libres 34 de los rebordes 31 son guiados para fusionarse con las fronteras 40 de la plancha 30. En el modo de realización mostrado, el rodillo de soporte inferior 81 se ilustra como elementos de rodillo articulados separadamente, cada uno con un borde exterior contorneado 81a.

30 Las figs. 11 y 12 muestran esquemáticamente el aparato de inducción de energía eléctrica de alta frecuencia 100 empleado con el aparato de acuerdo con la invención.

El aparato 100 comprende un conjunto de bobina de inducción 101 que tiene una bobina de cobre en forma de lámina 102 que rodea sustancialmente una viga de reborde hueco 103 a medida que esta viaja entre la estación de rodillos de guiado de la costura y la caja de soldadura. El conjunto de bobina 101 está soportado en extremos opuestos mediante abrazaderas de montaje 104 de cobre con una capa de material aislante 105 entremedias.

35 Sobre la superficie de la bobina 102 y las abrazaderas 104 se forman unos tubos de cobre 106 con puertos de entrada y salida 107 para la circulación de agua de refrigeración en los mismos. La bobina 102 está acoplada con un oscilador (no mostrado) que tiene una capacidad de 400-800 kW de salida AC a 400 kHz.

40 Unas varillas alargadas de soporte del impedidor 110 a las que se unen impedidores 111 cilíndricos se sitúan en las cavidades huecas de los rebordes huecos 109 de la viga 103. Como se muestra en la fig. 5, las varillas de soporte del impedidor 110 están soportadas en abrazadera 55 aguas arriba de la estación de soldadura 12 mediante miembros (no mostrados) que se extienden en las cavidades 108 del reborde a través del hueco entre el borde libre del reborde hueco 109 y el lado contiguo de la plancha. Unos tubos de circulación de refrigerante 112 y un tubo de aire 113 se extienden a través del hueco entre el borde libre del reborde 109 y el lado contiguo de la plancha para suministrar un líquido de refrigeración recirculante y una corriente de aire de refrigeración a los impedidores 111 que contienen varillas de ferrita (no mostradas).

45 Las figs. 13 a 16 muestran un intervalo no limitativo de ejemplos de miembros de reborde hueco que pueden ser manufacturados de acuerdo con el proceso y el aparato de la invención.

50 La fig. 13 muestra un miembro de reborde hueco 120 que tiene una pareja de rebordes huecos 121 de sección transversal circular situados a lo largo de los bordes 122 de la plancha 123. El miembro 120 puede ser empleado como un miembro estructural en sí mismo o puede ser utilizado como un precursor para vigas de reborde hueco que tienen rebordes de secciones transversales no circulares.

La fig. 14 muestra una viga de reborde hueco de la configuración "Dogbone" (marca registrada), como se describe generalmente en la patente norteamericana nº 5.163.225.

55 La fig. 15 muestra una viga de reborde hueco con rebordes rectangulares de acuerdo con la solicitud de patente australiana en tramitación nº 2003903142.

La fig. 16 muestra una viga de reborde hueco con rebordes rectangulares para su uso como cuerdas en una estructura de viga atirantada compuesta. El proceso de soldadura y el aparato de acuerdo con la invención es particularmente ventajoso para secciones de canal profundo o estrecho tales como las ilustradas. Aunque puede ser difícil de otro modo soldar el borde libre de un reborde hueco a la superficie de una plancha entremedias de sus bordes laterales cuando se forman hacia adentro de la plancha debido a la incapacidad de controlar la profundidad de los bordes libres en el canal con rodillos de guiado de la costura, formar los rebordes huecos hacia fuera de la plancha simplifica enormemente el proceso de soldadura debido al control preciso del borde del reborde.

Será fácilmente aparente al experto en la técnica que se pueden realizar muchas modificaciones y variaciones a los diversos aspectos de la presente invención sin alejarse del ámbito de la misma como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, la configuración de los rodillos de conformado, los rodillos de guiado de la costura y la combinación de rodillos escurridores puede ser adaptada para permitir diferentes ángulos de aproximación de un borde libre de un reborde hueco a una costura de soldadura para asegurar que, en la medida de lo posible, en el perfilado subsiguiente del reborde hueco hasta una sección transversal deseada, se impone poca o ninguna tensión sobre la costura de soldadura que pudiera conducir a un fallo de esfuerzo.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de soldadura por resistencia o inducción eléctrica (ERW) en línea en un tren de conformado en frío, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

formar a partir de una tira metálica (16) una superficie contorneada que tiene un borde libre (34); y

5 soldar, mediante un procedimiento de soldadura por resistencia o inducción eléctrica, dicho borde libre (34) a una superficie de dicha tira metálica (16) para formar un reborde hueco (31), dicho proceso caracterizado por alinear dicho borde libre (34) linealmente con un eje de soldadura predeterminado sobre dicha superficie de dicha tira mediante uno o más rodillos de guiado de la costura (68, 68a), cada uno de los cuales tiene un resalto circunferencial (70), llevar dicho borde libre (34) a apoyar en dicho resalto (70) mediante un rodillo de guiado contorneado (66, 66a), y guiar dicho borde libre (34) a través de una trayectoria lineal a lo largo de un eje de incidencia de una unión soldada subsiguiente entre dicho borde libre y dicha superficie, en el que la energía de soldadura se focaliza por un efecto de proximidad a lo largo de dicho eje de soldadura predeterminado sobre dicha superficie antes de fusionar dicho borde libre (34) a dicha superficie.

15 2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha tira metálica (16) está soportada centralmente por superficies de rodillo cilíndricas opuestas contiguas a dicho eje de soldadura a medida que dicho borde libre (34) es llevado a apoyar en dicho resalto circunferencial (70).

3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos rodillos de guiado de la costura (68, 68a) están montados de modo ajustable para guiar dicho borde libre (34) hacia dicho eje de soldadura en un ángulo predeterminado con relación a dicha superficie de la tira.

20 4. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho borde libre (34) de dicha tira metálica (16) es guiado a través de dicha trayectoria predeterminada mediante un rodillo escurridor contorneado (84a, 84b) que se extiende sobre dicha superficie contorneada de dicha tira metálica (16) entre caras de contacto separadas sustancialmente paralelas de dicho rodillo escurridor contorneado (84a, 84b).

25 5. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la energía de soldadura es impartida a dicho borde libre (34) y a dicho eje de soldadura predeterminado mediante una bobina de inducción (102) acoplada a una fuente de corriente eléctrica, extendiéndose dicha bobina (102) sustancialmente alrededor de dicha tira metálica (16) en un plano sustancialmente perpendicular a un eje longitudinal de la misma.

30 6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la energía de soldadura es impartida a dicho borde libre (34) y a dicho eje de soldadura predeterminado mediante uno o más contactos acoplados a una fuente de energía eléctrica.

7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que un impedidor de inducción en forma de varilla alargada soportado en un extremo se extiende en una cavidad interior hueca de dicha superficie contorneada hasta una región contigua a dicho eje de soldadura en donde dicho borde libre (34) se fusiona con dicha superficie de dicha tira metálica (16).

35 8. Un aparato de soldadura por resistencia o inducción eléctrica (ERW) en línea de miembros de acero de reborde hueco en un tren de conformado en frío, comprendiendo dicho aparato:

una caja de rodillos de costura (60) que soporta de modo giratorio uno o más rodillos de guiado de la costura para guiar un borde libre (34) de una tira de metal contorneada (16) a alineamiento lineal con un eje de soldadura predeterminado separado de dicho borde libre (34) sobre una superficie de dicha tira metálica (16), caracterizado por tener cada uno de dichos rodillos de guiado (68, 68a) un resalto circunferencial (70) sobre el mismo para proporcionar, en uso, un apoyo para dicho borde libre (34);

un rodillo de guiado contorneado (66, 66a) adaptado para llevar, en uso, dicho borde libre (34) de dicha tira metálica (16) a apoyar en dicho resalto circunferencial (70); y

45 una caja de soldadura (61) que soporta de modo giratorio al menos una pareja de rodillos escurridores (84a, 84b) para llevar, en uso, dicho borde libre (34), una vez calentado a una temperatura predeterminada, a un acoplamiento de fusión con dicho eje de soldadura sobre dicha superficie, cooperando en uso dicha pareja de rodillos escurridores (84a, 84b) para guiar dicho borde libre (34) a través de una trayectoria lineal predeterminada sustancialmente a lo largo de un eje de incidencia de una unión soldada subsiguiente entre dicho borde libre (34) y dicha superficie de dicha tira metálica (16), en el que la energía de soldadura es focalizada mediante un efecto de proximidad a lo largo de dicho eje de soldadura predeterminado sobre dicha superficie, y en el que uno o más rodillos (68, 68a) sirven para guiar dicho borde libre (34) a un alineamiento longitudinal con una línea de costura de soldadura deseada.

50 9. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicha energía de soldadura es inducida en dicho borde libre (34) y en dicho eje de soldadura mediante contactos eléctricos acoplados de modo deslizante con dicha tira metálica (16) contiguamente a dicho borde libre (34) y a dicho eje de soldadura.

10. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicha energía de soldadura es inducida en dicho borde libre y en dicho eje de soldadura mediante una bobina de inducción que rodea transversalmente dicha tira metálica en un plano perpendicular a una dirección de desplazamiento de dicha tira metálica a través suyo.
- 5 11. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que al menos uno de dicha pareja de rodillos escurridores (84a, 84b) es ajustable angularmente en un plano perpendicular a una dirección de desplazamiento de dicha tira metálica (16) entre ambos.
12. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que al menos uno de dicha pareja de rodillos escurridores (84a, 84b) es ajustable con relación al otro de dicha pareja en una dirección perpendicular a un eje de giro de dicha al menos una pareja de rodillos escurridores (84a, 84b).
- 10 13. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que en el que dicha caja de soldadura (61) incluye unos rodillos (72) de soporte de la plancha giratorios alrededor de ejes paralelos respectivos perpendiculares a una dirección de desplazamiento de un miembro de tira metálica entre ambos.
- 15 14. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en el que al menos uno de dichos rodillos (81) de soporte de la plancha tiene un borde externo contorneado para funcionar como uno de dicha pareja de rodillos escurridores (84a, 84b).
15. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, que incluye más de una caja de rodillos de costura (60).
16. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en el que un impedidor en forma de varilla soportado en un extremo de la misma, aguas arriba de dicha una o más cajas de rodillos de costura (60) se extiende en un interior hueco de una región de borde contorneado de dicha tira metálica (16).

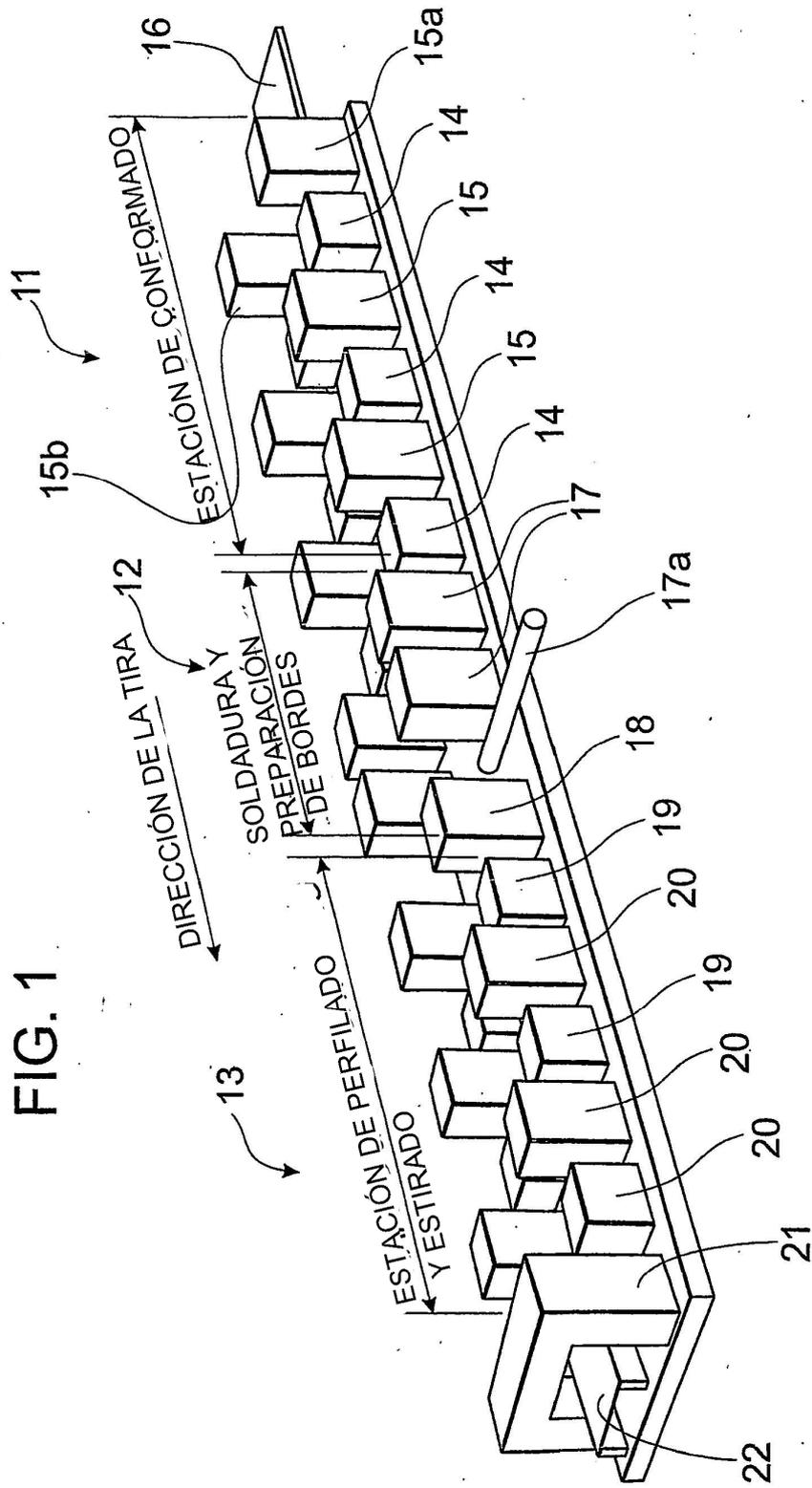
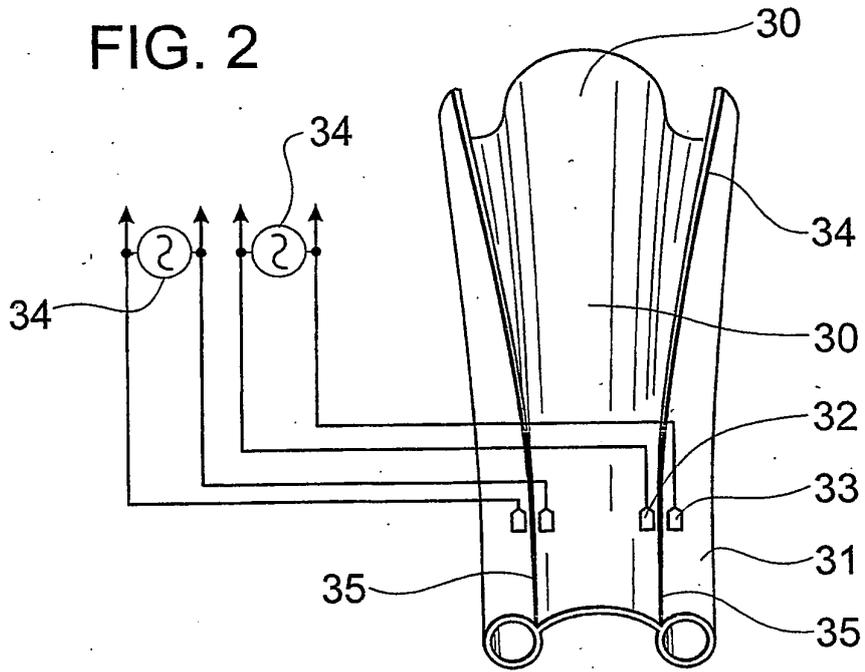
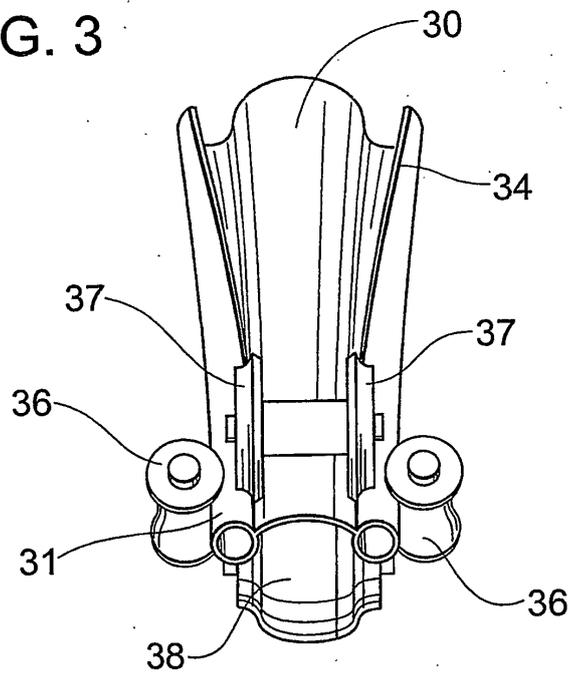


FIG. 2



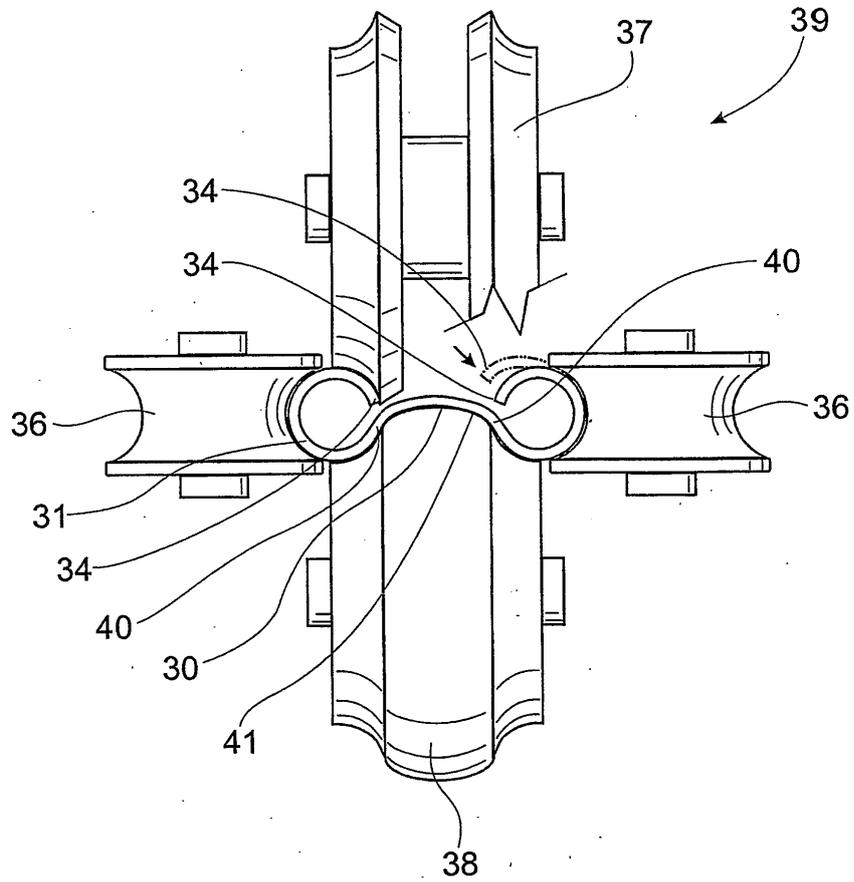
ESTADO DE LA TÉCNICA

FIG. 3



ESTADO DE LA TÉCNICA

FIG. 4



ESTADO DE LA TÉCNICA

FIG. 5

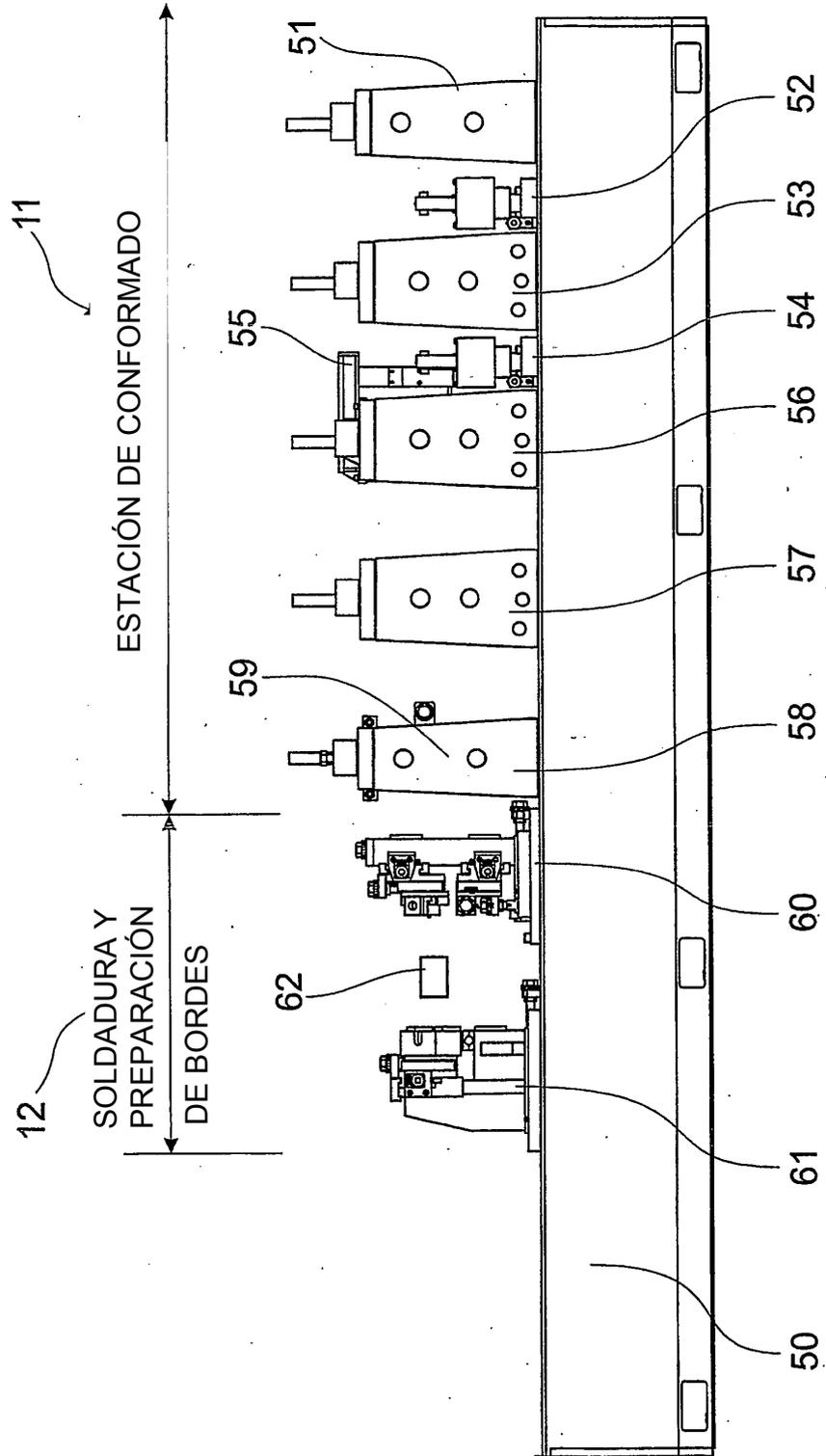
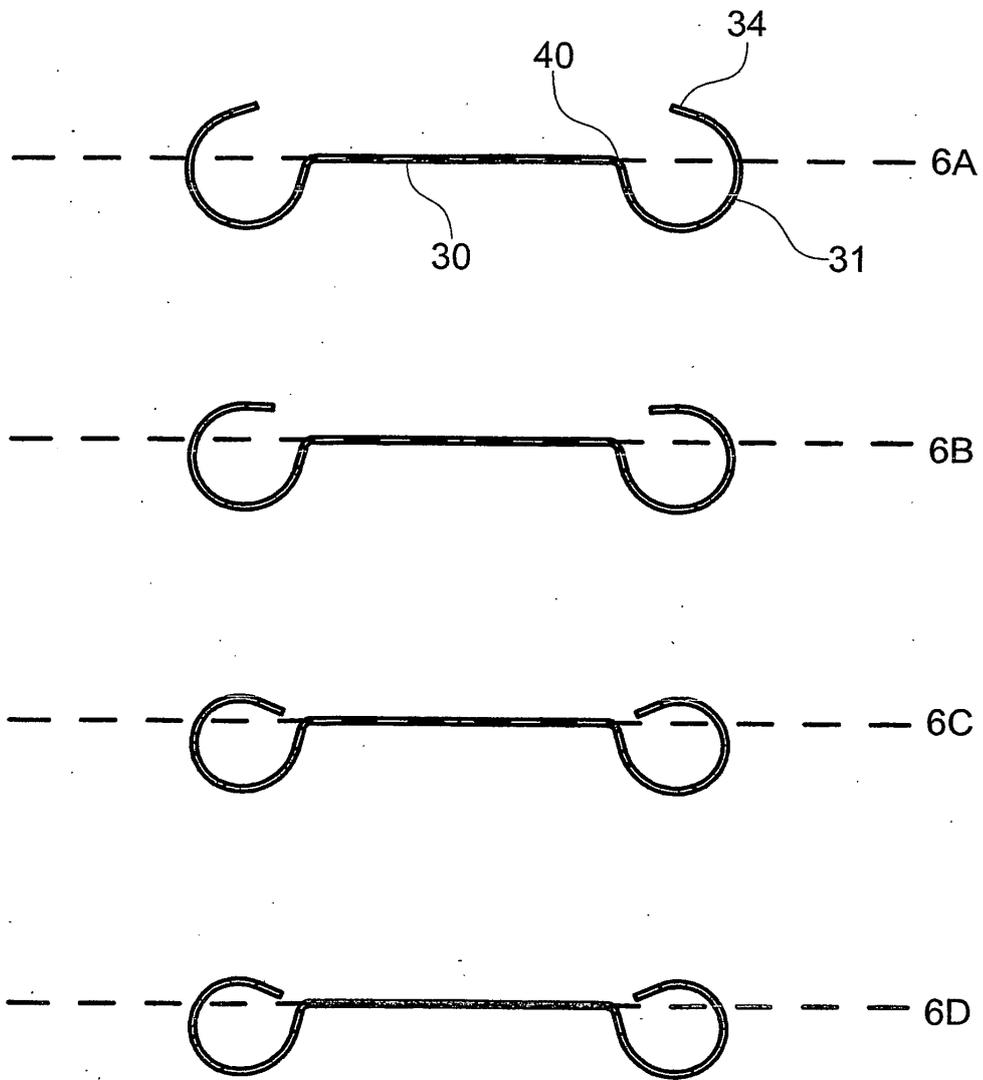
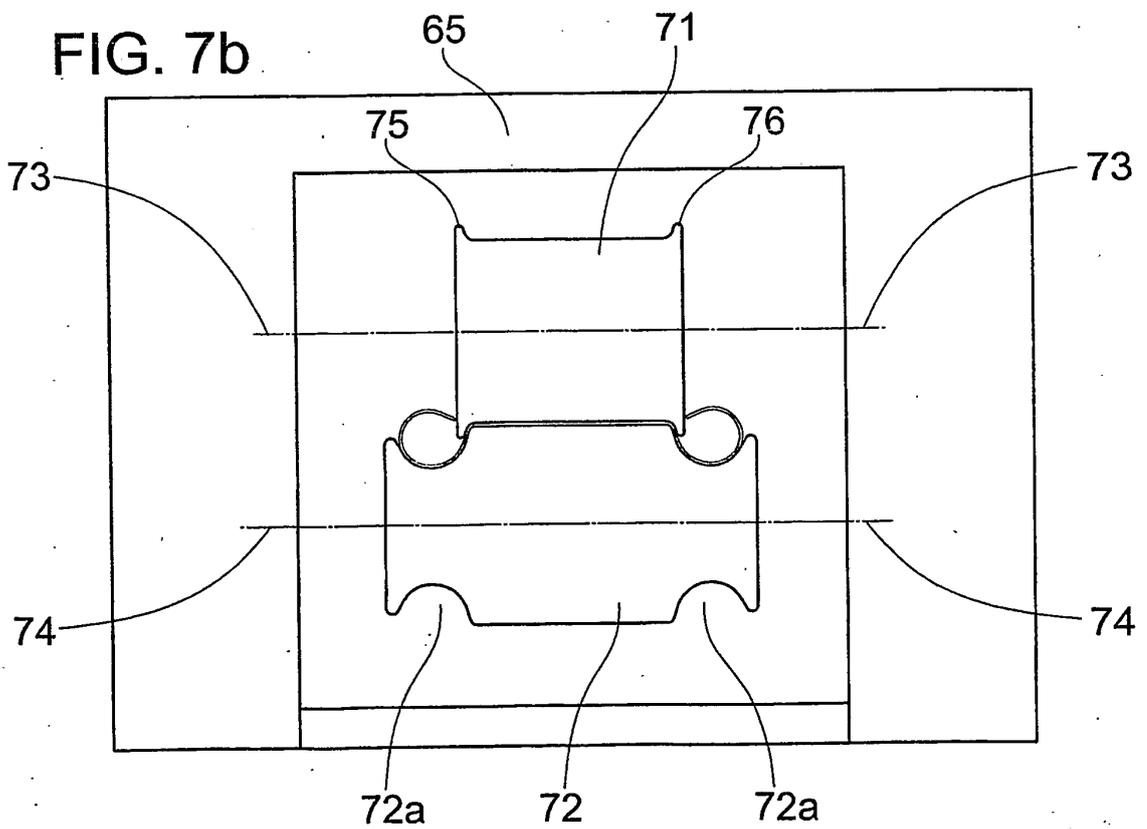
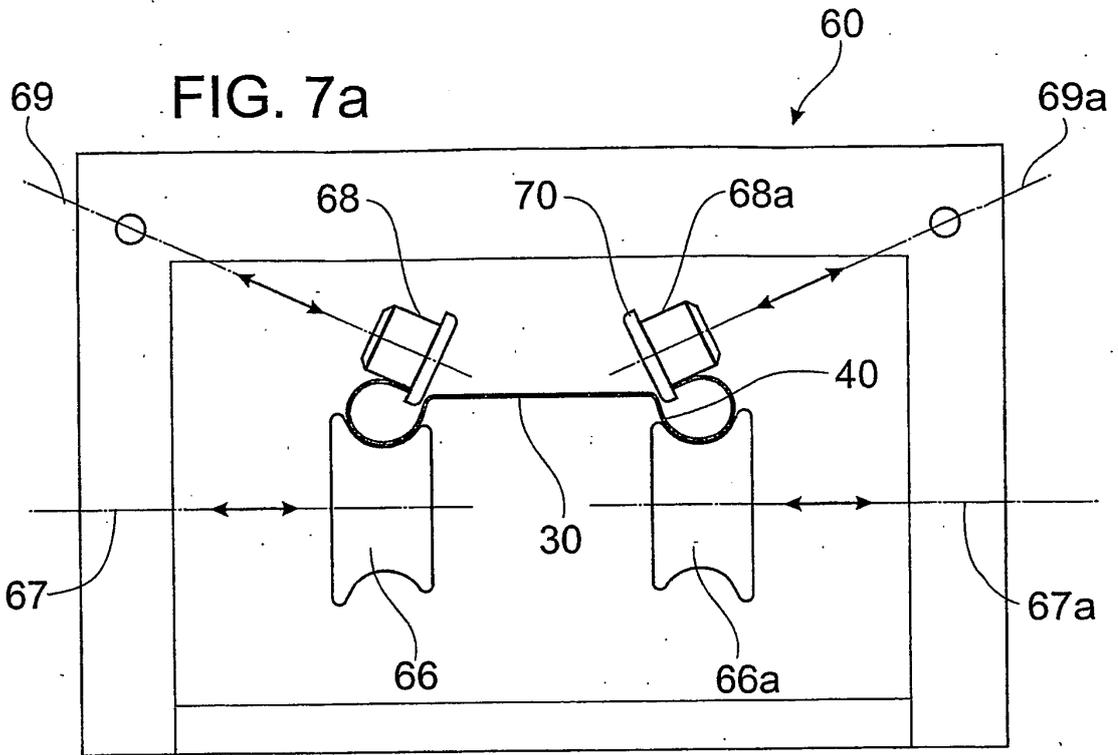


FIG. 6





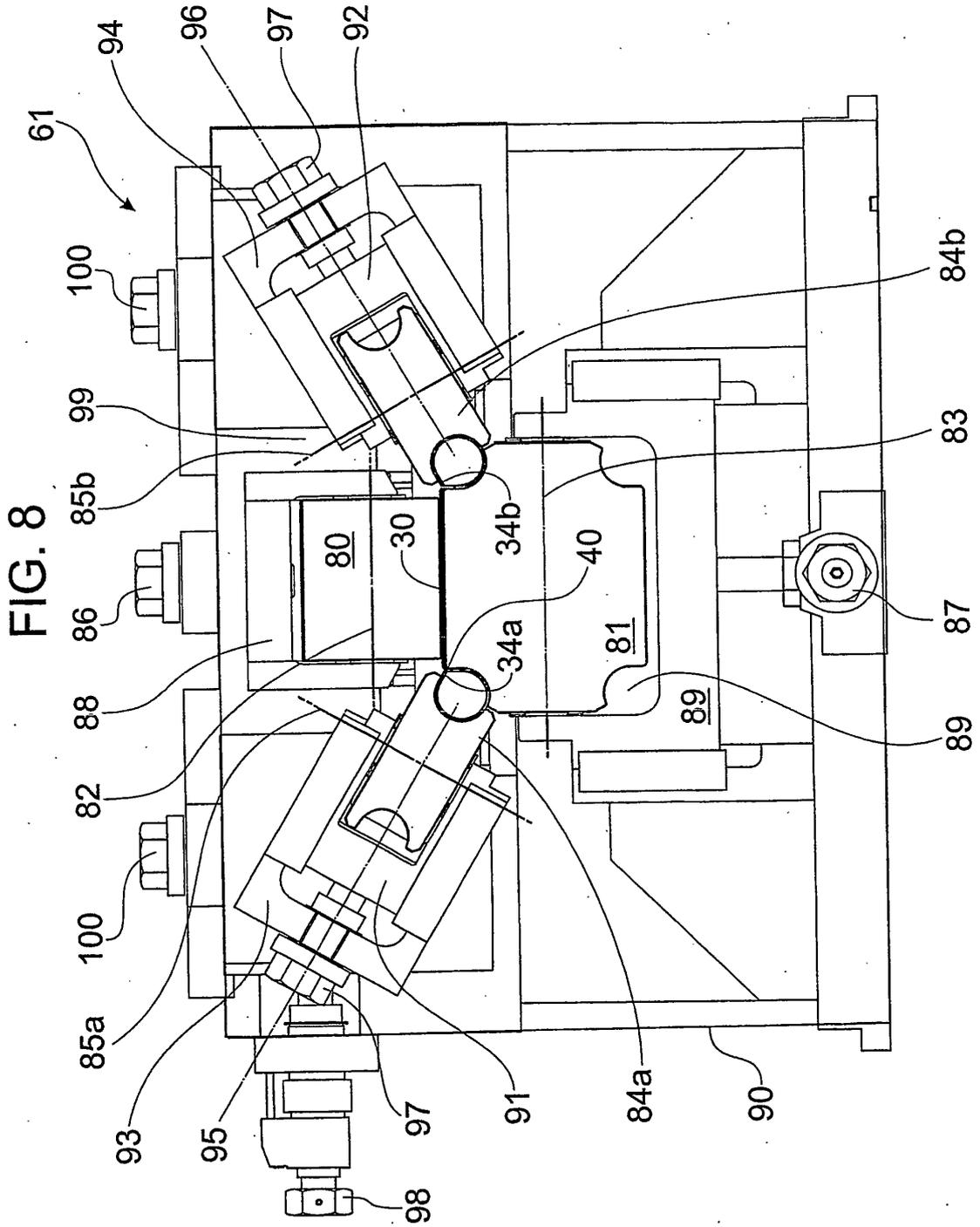


FIG. 9

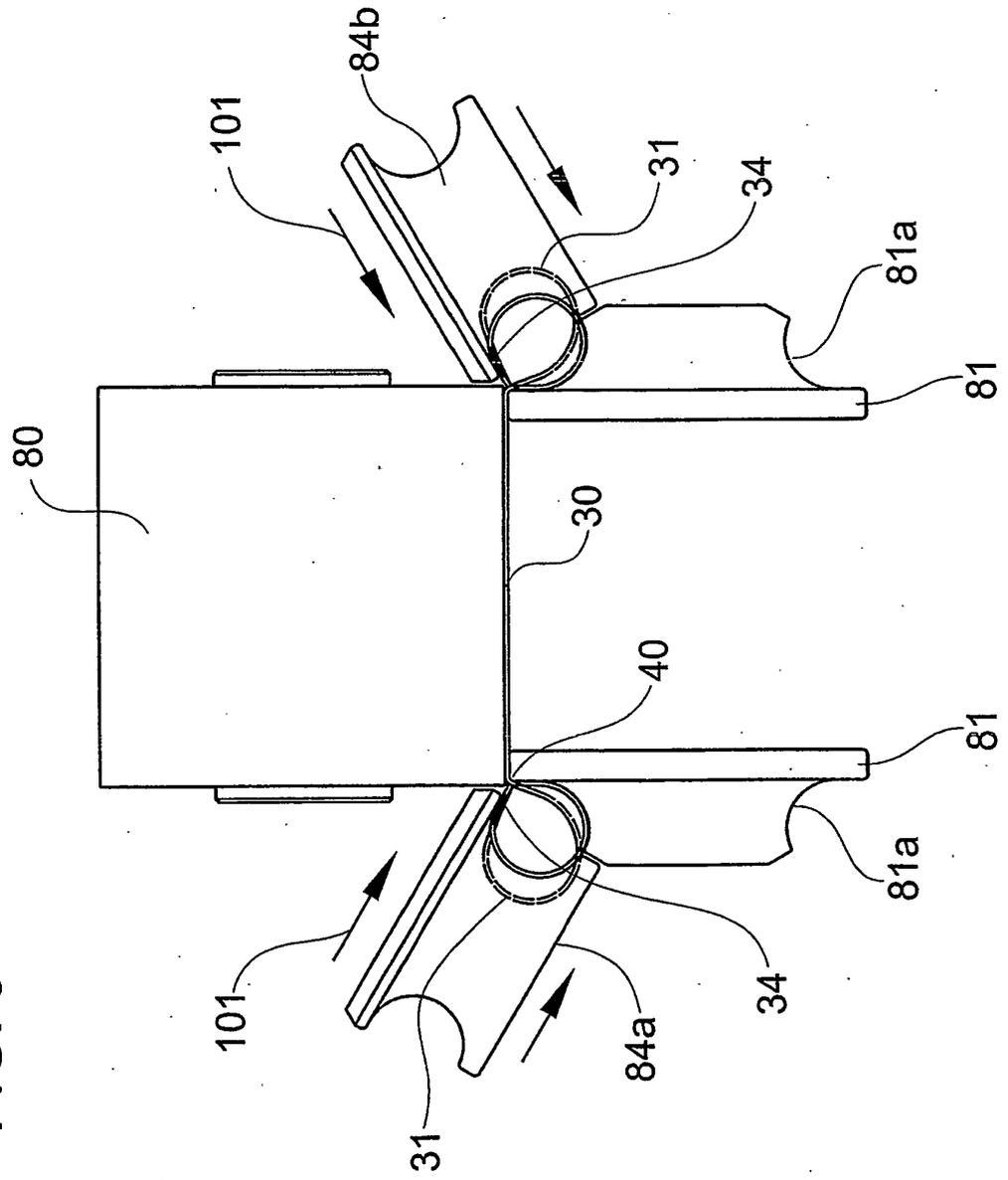
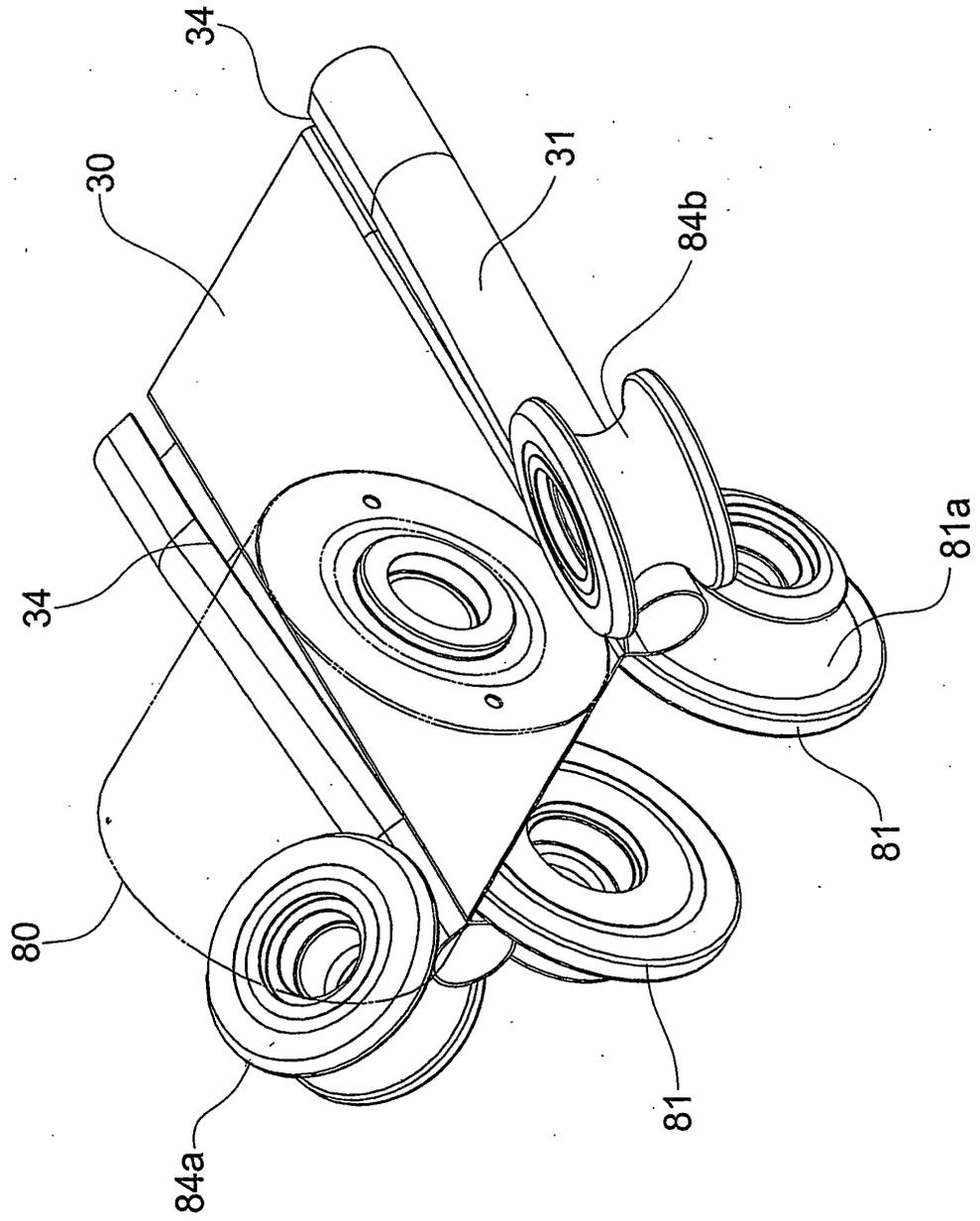


FIG. 10



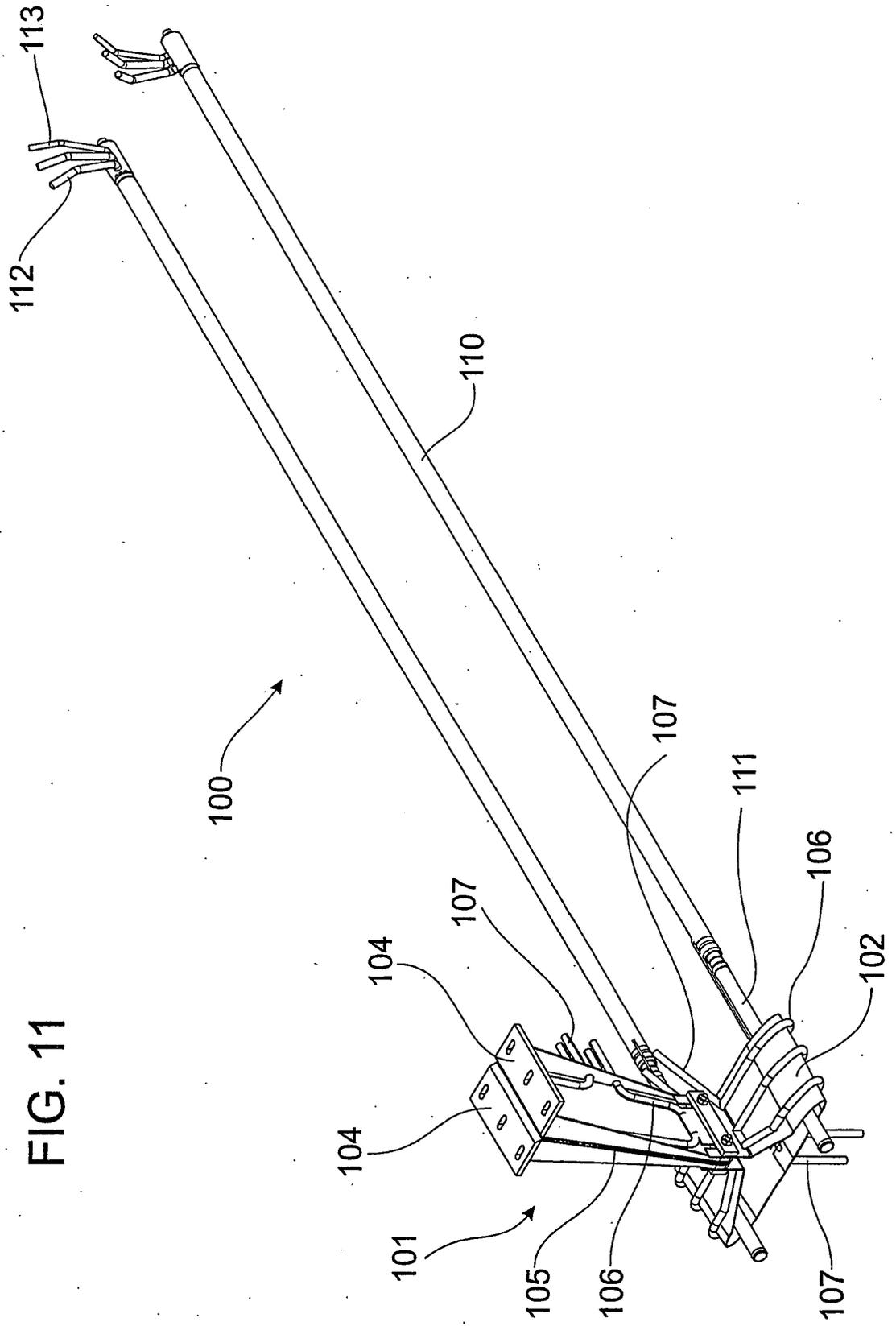


FIG. 11

FIG. 12

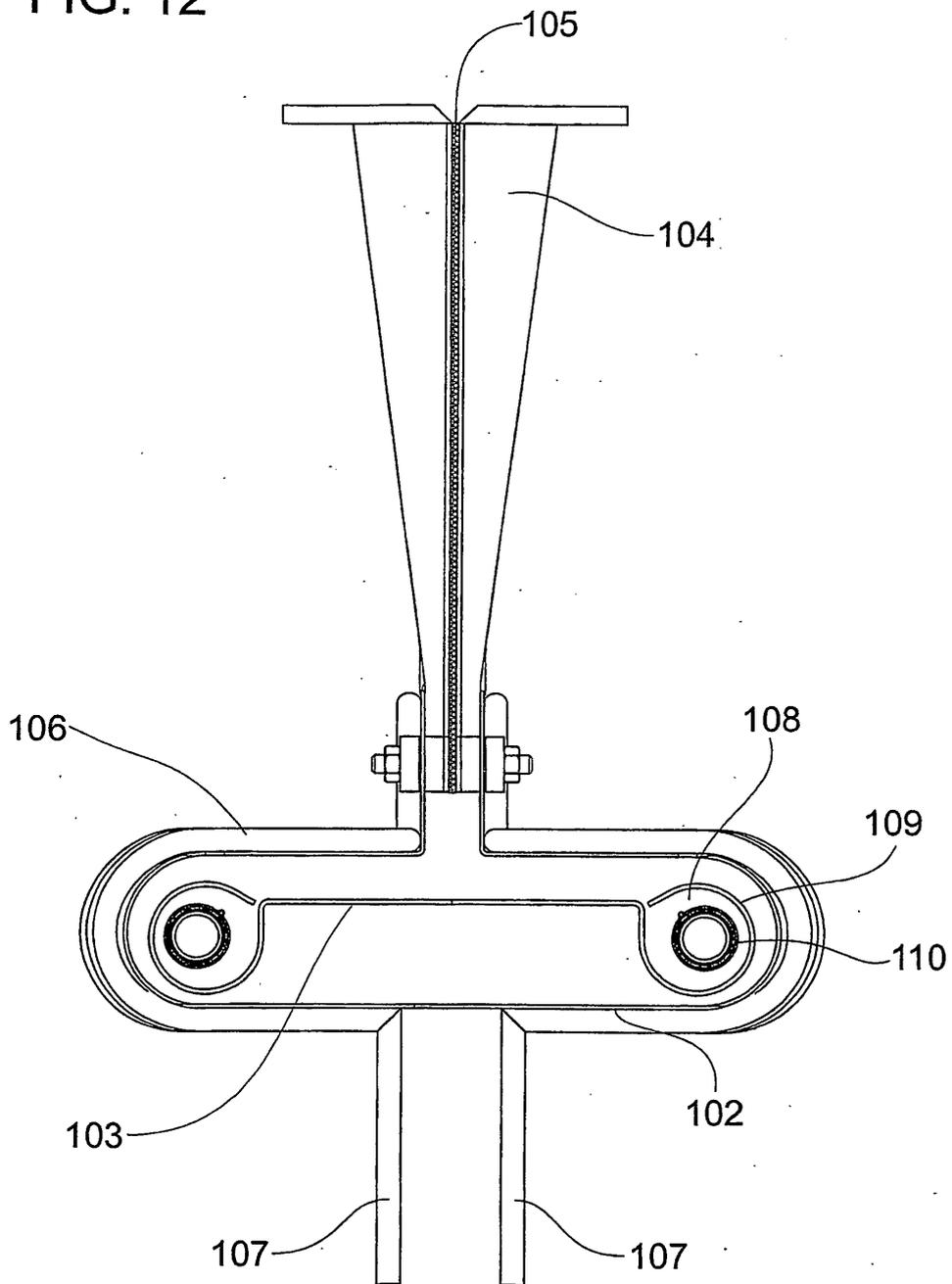


FIG. 13

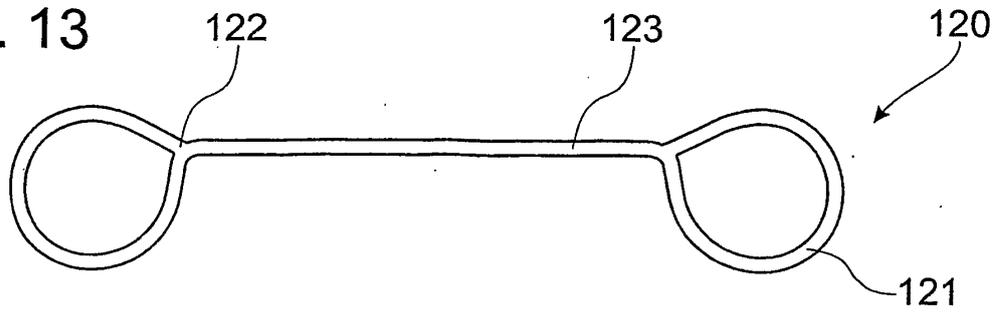


FIG. 14

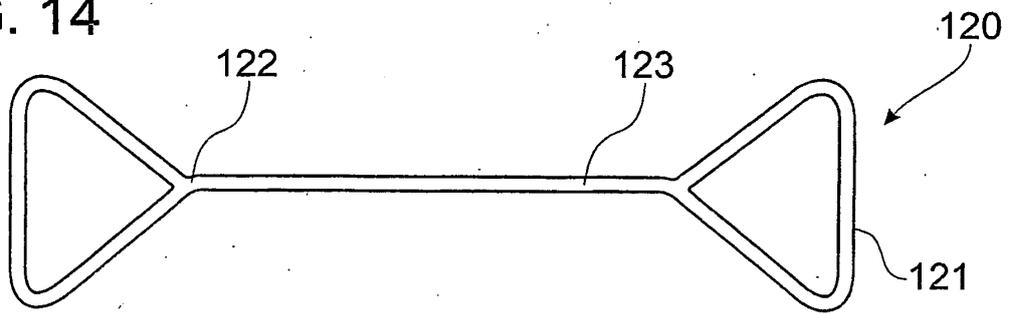


FIG. 15

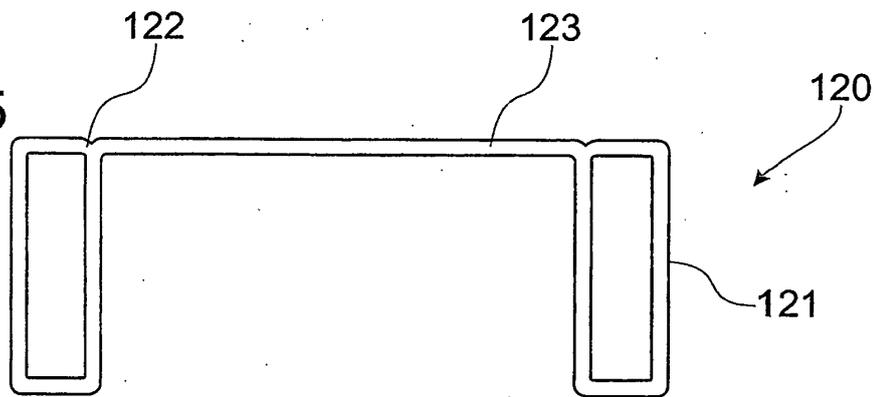


FIG. 16

