

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 304**

51 Int. Cl.:

**B60R 19/18** (2006.01)

**B60R 19/02** (2006.01)

**B21D 5/08** (2006.01)

**B21D 53/88** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2011 PCT/US2011/051025**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.03.2012 WO12039962**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2011 E 11827216 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2619040**

54 Título: **Viga tubular con una única pata central**

30 Prioridad:

**23.09.2010 US 385680 P**

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

**19.09.2018**

73 Titular/es:

**SHAPE CORP. (100.0%)  
1900 Hayes Street  
Grand Haven, MI 49417, US**

72 Inventor/es:

**JOHNSON, THOMAS;  
WITTE, DOUG;  
GATTI, DANIEL;  
OXLEY, BRIAN;  
MALKOWSKI, BRIAN;  
RAMAMOORTHY, KANNAN y  
PENDERGRASS, ED**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 682 304 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**

Viga tubular con una única pata central

**Antecedentes**

5 La presente divulgación se refiere a un aparato para formar una lámina en una viga de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Tal aparato se divulga por ejemplo en el documento DE-C-1007496.

10 Los sistemas de parachoques de vehículos modernos normalmente incluyen una viga de refuerzo diseñada para características de resistencia e impacto para cumplir estándares de la industria de los seguros y el gobierno para vehículos particulares, pero también se diseñan para minimizar el peso del vehículo general, maximizar la relación de resistencia frente a peso, para encajar dentro de espacios de paquete de vehículos confinados y para satisfacer los requisitos estéticos y funcionales del vehículo en los extremos delantero y trasero de los vehículos. A la vez, los procesos y métodos de fabricación de las vigas minimizan preferentemente las variaciones de calidad y dimensión de producto no deseadas, mientras que también minimizan los costes de fabricación, optimizan la capacidad de fabricación y minimizan los desechos. Los procesos y los métodos de laminado han demostrado ser particularmente eficaces al producir tiradas de alto volumen de vigas de refuerzo de parachoques con coste competitivo y una consistencia dimensional alta. Sin embargo, la industria es muy competitiva, de manera que incluso unas pequeñas mejoras pueden ser importantes.

20 Además, muchas de las características deseadas anteriores están en conflicto, de manera que no queda claro cómo mejorar una viga de refuerzo de parachoques particular, o cómo mejorar el proceso de laminado para realizar la viga. Por ejemplo, una viga más pesada puede ser más fuerte, pero provocaría un incremento inaceptable en el peso del vehículo. Unos materiales de alta resistencia pueden ser preferentes, pero son caros, difíciles de formar, y provocan un alto desgaste en las herramientas. Un control preciso sobre la colocación de los bordes de lámina durante el proceso de laminado se desea para facilitar una forma en sección transversal de viga precisa, para reducir las tolerancias a lo largo de los bordes por lo que el exceso de material a lo largo de los bordes puede reducirse para minimizar el peso de la viga, y para facilitar un contacto consistente durante la soldadura. Sin embargo, esto puede requerir unas etapas y estaciones de laminado extra, así como un labrado adicional, controles de hardware y software, cada uno de los cuales incrementa la inversión de capital y hace que el proceso de laminado sea más complejo. Las anteriores vigas incluyen dos bordes de lámina formados contra otro material de la lámina, soldándose cada uno mediante un soldador para formar permanentemente la forma tubular de las vigas. Sin embargo, los soldadores ocupan espacio a lo largo del aparato de laminado, especialmente donde los soldadores se colocan en diferentes estaciones a lo largo de una longitud del aparato de laminado, incrementando así los requisitos de espacio de suelo considerablemente, así como la inversión de capital. Sin embargo, es difícil soldar en dos lados opuestos de una viga debido a los residuos voladores que afectan de manera adversa a uno o ambos de los soldadores. Notablemente, las soldaduras deben ser consistentes y fiables para proporcionar una resistencia a impactos consistente y fiable en las vigas de refuerzo de parachoques y en los sistemas de parachoques relacionados.

35 El documento DE 100 07 496 C1 es sobre un aparato para formar una lámina en una viga, en el que el aparato contiene una estación de soldadura que es capaz de formar más de una soldadura, por lo que la estación de soldadura contiene solo una fuente de energía.

40 El documento US 2007/0095001 A1 divulga un proceso continuo de laminado de formas variables pre-estampadas, y más en particular se refiere a un proceso que combina un proceso de estampado/deformación con un aparato de laminado.

**Sumario de la presente invención**

45 En un aspecto de la presente divulgación una viga de refuerzo incluye una viga formada de una única lámina y que incluye primeros y segundos tubos que comparten una pared común y tienen paredes delanteras alineadas coplanarias y paredes traseras alineadas coplanarias, cada pared delantera incluyendo un nervio de canal en su interior, la lámina incluyendo un primer borde con una primera porción redondeada y una primera punta, un segundo borde con una segunda porción redondeada y una segunda punta, una tercera porción redondeada que conecta una de las paredes delanteras alineadas con un extremo de la pared común, y una cuarta porción redondeada que conecta una de las paredes traseras con otro extremo de la pared común, las primeras y terceras porciones redondeadas soldándose entre sí en una primera soldadura y formando un nervio de grieta delantero que tiene una profundidad de cavidad de al menos dos veces el espesor de la lámina, y las porciones redondeadas segunda y cuarta soldándose entre sí en una segunda soldadura y formando una grieta trasera que tiene una profundidad de cavidad de al menos dos veces el espesor de la lámina, los nervios de canal y el nervio de grieta delantero formando nervios que fortalecen una cara delantera de la viga.

Según la presente invención, se proporciona un aparato para formar una lámina en una viga que tiene cuatro paredes exteriores y una pata central común que se extiende entre dos opuestas de las paredes, las cuatro paredes exteriores definiendo una sección transversal rectangular, y la pata central dividiendo la sección transversal en primeros y segundos tubos adyacentes, la pata central teniendo extremos redondeados definiendo en cada uno  
 5 planos de deslizamiento perpendiculares a la pata central, y teniendo la lámina bordes que contactan con los extremos redondeados. El aparato incluye un laminador que incluye estaciones de laminado con rodillos para formar la lámina en la viga con las cuatro paredes exteriores y la pata central común, incluyendo el laminador una estación de soldadura con soldadores y un elemento fijo de caja de soldadura, el elemento fijo de caja de soldadura incluyendo un bastidor de elemento fijo, mandriles externos soportados por el bastidor de elemento fijo y que  
 10 soportan las cuatro paredes exteriores en una forma precisa y deseada, dos de los mandriles externos siendo móviles y opuestos, e incluyendo al menos un accionador conectado operativamente a los dos mandriles externos opuestos para mover los mandriles externos opuestos en acoplamiento con unas opuestas y asociadas de las cuatro paredes exteriores. El aparato incluye además mandriles internos en cada uno de los primeros y segundos tubos adyacentes que se soportan por líneas de anclaje corriente arriba por lo que los mandriles internos permanecen generalmente adyacentes a los mandriles externos. Por esta disposición, los mandriles internos y externos, en  
 15 combinación con una desviación de los resortes y una desviación contraria de los dos mandriles externos opuestos, controlan una forma de la viga mediante la flexión y movimiento de material de la lámina a lo largo de los planos de deslizamiento para mantener así activamente una forma precisa cuando está en el elemento fijo de caja de soldadura durante un proceso de soldadura del soldador.

20 En un ejemplo, los mandriles internos incluyen cada uno mitades opuestas y un resorte que desvía las mitades opuestas separándolas contra los mandriles externos y contra una fuerza del accionador.

En otro ejemplo, se proporciona un aparato para formar una lámina en una viga que tiene cuatro paredes exteriores y una pata central común que se extiende entre dos opuestas de las paredes, las cuatro paredes exteriores definiendo una sección transversal rectangular, y la pata central dividiendo la sección transversal en primeros y  
 25 segundos tubos adyacentes, la pata central teniendo extremos redondeados definiendo cada uno planos de deslizamiento perpendiculares a la pata central, y la lámina teniendo bordes que contactan con los extremos redondeados. El aparato incluye un laminador que incluye estaciones de laminado con rodillos para formar la lámina en la viga con las cuatro paredes exteriores y la pata central común, incluyendo el laminador una estación de soldadura con soldadores y un elemento fijo de caja de soldadura, el elemento fijo de caja de soldadura incluyendo un bastidor de elemento fijo, mandriles externos soportados por el bastidor de elemento fijo y que soportan las cuatro  
 30 paredes exteriores en una forma precisa deseada, dos de los mandriles externos siendo móviles y opuestos, e incluyendo al menos un accionador conectado operativamente a los dos mandriles externos opuestos para mover los mandriles externos opuestos en acoplamiento con unas opuestas y asociadas de las cuatro paredes exteriores, otros dos de los mandriles externos estando fijos y opuestos de manera que los otros dos mandriles externos generalmente fijan una distancia entre las dos paredes opuestas entre las que la pata central se extiende. Por esta  
 35 disposición, los mandriles externos en combinación con una desviación de los dos mandriles externos opuestos, controlan una forma de la viga mediante la flexión y el movimiento de material de la lámina a lo largo de los planos de deslizamiento para así mantener activamente una forma precisa cuando está en el elemento fijo de caja de soldadura durante un proceso de soldadura del soldador.

40 En otro ejemplo, un aparato incluye un laminador que incluye estaciones de laminado con rodillos para formar la lámina en la viga continua con las cuatro paredes exteriores y la pata central común, incluyendo el laminador una estación de soldadura con un soldador y un elemento fijo de caja de soldadura, el soldador generando una haz de láser en ángulo ascendente para soldar la viga continua para fijar permanentemente la sección transversal y que se  
 45 coloca bajo la viga continua en una ubicación corriente arriba o corriente abajo desde el elemento fijo de caja de soldadura por lo que el haz de láser suelda dentro de una grieta orientada hacia abajo formada por uno de los bordes redondeados que contacta con uno de los extremos redondeados. Por esta disposición, el soldador suelda la viga continua desde una posición bajo la viga continua, aunque todavía lejos de los residuos que caen.

En otro ejemplo, un aparato incluye un laminador que incluye un laminador que incluye estaciones de laminado con rodillos para formar la lámina en la viga continua con las cuatro paredes exteriores y la pata central común, incluyendo el laminador una única estación de soldadura con un soldador superior y un soldador inferior y un  
 50 elemento fijo de caja de soldadura, los soldadores soldando la viga continua para fijar permanentemente la sección transversal por soldadura simultáneamente en la estación de soldadura en ubicaciones superiores e inferiores en la viga. Por esta disposición, la soldadura se realiza en la única estación de soldadura y no en múltiples estaciones de soldadura.

En otro ejemplo, un aparato incluye un laminador que incluye primeras estaciones de laminado con primeros conjuntos de rodillos que forman la parte central de la lámina y alas exteriores de la lámina, con las alas exteriores teniendo porciones adyacentes a la pata central que se extienden perpendicularmente a la pata central y que se  
 55 unen a la pata central por los extremos redondeados, y con las alas exteriores que también tienen los bordes redondeados formados sobre ellas. El laminador incluye además estaciones de laminado con conjuntos adicionales de rodillos que forman las alas exteriores en primeros y segundos tubos con la pata central siendo una parte de  
 60

formación de pared común de cada uno de los primeros y segundos tubos. El laminador incluye soldadores superiores e inferiores que sueldan los bordes redondeados a los extremos redondeados.

Estos y otros aspectos, objetos y características de la presente invención se entenderán y apreciarán por los expertos en la materia tras estudiar la presente memoria descriptiva, reivindicaciones y dibujos adjuntos.

## 5 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista superior de una viga de refuerzo de parachoques que es tubular e incluye una única pata central.

La Figura 2 es una vista en sección transversal a lo largo de la línea II-II en la Figura 1.

10

La Figura 3 es una vista del aparato de laminado para realizar el presente proceso de laminado.

La Figura 4 es una serie de secciones transversales etiquetadas S1-S33 que muestran una forma de la lámina original en cada etapa de formación cuando se forma la viga de la Figura 1.

15

La Figura 5 es sección transversal de la viga en las Figuras 1-2 que incluye discos de rastreo de junta que forman parte de una estación de soldadura.

20

La Figura 6 es una viga modificada similar a las Figuras 1-2 pero que tiene una sección transversal modificada.

La Figura 7 es una vista lateral que muestra una estación de soldadura cerca de un extremo del proceso de laminado.

25

La Figura 8 es una sección transversal a través de la estación de soldadura de la Figura 7, que muestra un elemento fijo de caja de presión para mantener la forma final de la viga laminada durante una etapa de soldadura doble simultánea.

## Descripción detallada de realizaciones preferentes

30

Una viga de refuerzo de parachoques 40 (Figura 1) incluye una viga de refuerzo tubular 50 para un sistema de parachoques de vehículo, y monturas 41 unidas a la viga 50 para facilitar la unión a un bastidor de vehículo, tal como para el uso en un sistema de parachoques delantero (ilustrado en la Figura 1) o sistema de parachoques trasero de un vehículo. La viga ilustrada 50 incluye una sección central longitudinal 42 curvada en un primer radio R1 y extremos exteriores longitudinales curvados en un segundo radio R2 más apretado para coincidir con una forma aerodinámica de un vehículo particular. Sin embargo, se contempla que el presente concepto inventivo puede usarse en cualquier viga, ya sea lineal o de barrido, y ya esté consistentemente curvada/en barrido con un único radio o con curvas longitudinalmente diferentes ("barridos").

35

40

La presente viga 50 se realiza de material de acero de lámina que tiene un espesor de 0,8 mm a 1,4 mm y una resistencia a la tracción de aproximadamente 800 a 2000 MPa (es decir, aproximadamente 120 a 290 ksi). La viga ilustrada es de aproximadamente 80 mm de alto y 40 mm de profundidad (en la posición montada en el vehículo) con dos nervios de canal que se forman en la cara delantera de la viga (uno sobre cada tubo). Cada nervio de canal ilustrado tiene aproximadamente de 8 mm a 10 mm de profundidad y de 8 a 10 mm de ancho, e incluye una parte inferior redondeada. Sin embargo, se contempla que la presente viga puede fabricarse de diferentes materiales, incluyendo AHSS (Aceros de Alta Resistencia Avanzados) y que puede fabricarse de una lámina que tiene un espesor de aproximadamente 0,8 a 3,0 mm de espesor (o tal como 0,8 a 1,4 mm de espesor), y puede fabricarse en diferentes tamaños en sección transversal de viga, tal como aproximadamente 80 mm a 150 mm de alto y 30 mm a 60 mm de profundidad, y con una longitud igual a o ligeramente mayor que una distancia entre monturas/puntas de raíl de bastidor de parachoques del vehículo.

45

50

La presente viga 50 (Figura 3) se forma a partir de una única lámina de metal laminar en un aparato de laminado mediante una serie de rodillos emparejados en estaciones de laminado, con cada estación realizando una operación de formación, tal como se muestra por el patrón de flor laminado de las etapas 1-33 en la Figura 4. Durante el proceso, una única lámina se forma para tener tubos adyacentes formados en lados opuestos de una única pared central (a veces denominada "mono" pared o "pata central" en este caso). El laminador incluye una primera región de rodillos de laminado en estaciones S1-S7, que incluyen la formación de una sección central (es decir, la pared central) con secciones exteriores de la lámina que se extienden hacia fuera y generalmente en perpendicular a la pared central. Unos bordes de lámina redondeados también se forman en las etapas S1-S7. El laminador incluye además una segunda región de rodillos de laminado en las estaciones S8-S33 que forman primeros y segundos tubos a cada lado de la pata central y que comparten la pata central como una pared común. Los nervios de canal se forman sustancialmente en las etapas S8-S12, y ayudan en el control de una posición lateral de la lámina a medida que atraviesa el aparato de laminado. La soldadura láser ocurre en o después de la estación S33. Como alternativa,

55

la soldadura puede ocurrir en dos etapas separadas, tal como en un proceso de laminado donde el primer tubo se forma a medio camino a través del proceso (mucho antes de la última estación de formación).

Específicamente, como se ilustra, ligeramente menos de la "mitad" de la lámina se deforma en una primera dirección (ilustrada en el sentido horario en la Figura 4) en un primer tubo con un primer borde redondeado de la lámina que contacta contra un extremo redondeado de la pared central (y se suelda), y una "mitad" opuesta de la lámina se deforma en una segunda dirección opuesta (tal como en sentido antihorario) en un segundo tubo con un segundo borde redondeado contra el que contacta el otro extremo redondeado de la pared central (y se suelda). La línea de contacto para soldadura en el primer borde redondeado está en un extremo del radio donde una punta terminal de la lámina se vuelve "plana". De manera similar, la línea de contacto del borde redondeado de la pared central está en un extremo de la pared central donde la pared central se vuelve "plana". Sin embargo, es aconsejable que el radio sea el contacto primario por lo que el haz láser del proceso de soldadura tiene condiciones óptimas para realizar una soldadura consistente. De manera notable, el proceso de soldadura incluye un haz láser que entra en la grieta y calienta el material en el contacto de línea de tope formado por el extremo redondeado y el borde redondeado. Por este motivo, puede ser aconsejable que las puntas terminales de los bordes de lámina se formen para que no provoquen un hueco en la parte inferior de la grieta a pesar de las variaciones del proceso, hueco que (podría) o afectaría de manera adversa a la soldadura, dependiendo del tamaño del hueco.

De manera notable, el elemento fijo de caja de soldadura ayuda en el ajuste del contacto de línea y con un ajuste de una presión de tope deseada para el proceso de soldadura en el contacto de línea. Los materiales coincidentes se mantienen en contacto unos con otros mediante el elemento fijo de soldadura mostrado en la Figura 8, como se analiza a continuación, para facilitar una buena soldadura. Una forma redondeada de los bordes permite un buen contacto, y aun así permite que los bordes se flexionen, deslicen y se doblen (provocado por fuerzas generadas en el elemento fijo de caja de soldadura), especialmente a lo largo de planos de deslizamiento P1 y P2, permitiendo que el elemento fijo "se ajuste" y mantenga una forma en sección transversal deseada en la estación de soldadura. Esta disposición facilita una buena soldadura, y disminuye potencialmente la capacidad crítica de perfeccionar la dimensionalidad de los bordes. A la vez, los bordes de la lámina incluyen una sección de punta de material dentro de la viga que se extiende lejos de la línea de soldadura. Como se ha mencionado antes, el extremo libre de la sección de punta es necesario para asegurar que existe suficiente material para soldar a pesar de las variaciones de material a lo largo del borde y las variaciones del proceso. Sin embargo, el exceso de material en el extremo libre de la sección de punta tiene como resultado desechos y peso añadido a la viga del parachoques. Al controlar con precisión el contacto y el acoplamiento de los bordes y materiales de tope, una longitud del "extremo libre" puede minimizarse, reduciendo así un peso general de la viga a un mínimo. Se aprecia que incluso unas onzas de peso reducido pueden ser importantes para los ingenieros de automoción y los diseñadores de vehículos. El "extremo libre" ilustrado se espera que sea menor de aproximadamente 4 mm, pero se contempla que potencialmente podría reducirse tal como a 2 mm, dependiendo de los parámetros del proceso particulares y los requisitos funcionales de la viga.

Como se aprecia, los bordes redondeados de la lámina facilitan ventajosamente y permiten un acoplamiento de contacto consistente y flexible cuando se extienden en contacto con y se sueldan a esquinas redondeadas coincidentes (dobladitas) en la pata central de la viga. El radio doble de los bordes y de los extremos de la pata central permite que las dos secciones de material se acoplen de manera fiable en contacto de línea y se acoplen dentro de un intervalo deseado de fuerza de tope, acomodando así mejor las variaciones dimensionales durante el proceso de fabricación. Esta configuración facilita el buen contacto de línea de las secciones de material de tope y así facilita una buena soldadura a pesar de las variaciones dimensionales y del proceso. A la vez, los bordes redondeados y "los extremos libres" de los bordes se rebajan en las caras delantera y trasera de la viga por lo que los planos verticales definidos por las superficies delantera y trasera de la viga no están ininterrumpidos por ningún borde sobresaliente hacia fuera de la lámina, lo que puede ser importante para cumplir especificaciones del fabricante del vehículo. Además, la pata central se forma desde un centro de la lámina (y no desde un borde lateral de la lámina). Al formar la pata central primero y realizándola desde un centro de la lámina, el proceso de laminado es más equilibrado y controlado, haciendo que sea más fácil controlar una posición lateral de la lámina. En otras palabras, el "paseo" de la lámina en el laminador se reduce debido a una primera formación de la pata central, ya que la pata central actúa entonces como "anclaje central" durante la formación posterior de la lámina. Este control posicional preciso incrementado de la lámina tiene como resultado la capacidad de reducir además las tolerancias del "extremo libre" de los bordes, ya que una tolerancia ancha no se necesita. Se contempla que los "extremos libres" de los bordes pueden reducirse a 4 mm o menos, e incluso tan bajo como 2 mm o menos, dependiendo de los controles de proceso y características de la lámina y el proceso de laminado.

La viga de refuerzo tubular 50 con la pata central es particularmente adecuada para su uso como viga de refuerzo en un sistema de parachoques de vehículo debido a su alta relación de resistencia frente a peso, debido a su resistencia a la flexión longitudinal debido a un impacto dentro de sus extremos, y debido a su resistencia de torsión a fuerzas rotativas tal como desde un impacto verticalmente fuera del centro.

Como se ha mencionado antes, la viga 50 (Figura 2) se forma a partir de una única lámina unitaria en un proceso de laminado continuo (Figura 6). La viga 50 incluye primeros y segundos bordes 51 y 52 y siete secciones de pared 53-

59 que se extienden secuencialmente entre medias. Las secciones de pared primera a cuarta 53-56 forman un primer tubo, y las secciones de pared cuarta a séptima 56-59 forman un segundo tubo adyacente, con la sección de pared 56 que es una pared compartida común. Las secciones de pared 53-57 y 57-59 se combinan para formar una forma tubular con una pata central formada por una sección de pared 56 de extensión horizontal (cuando está en la posición montada en el vehículo), y con secciones de pared 55 y 59 que forman una cara frontal coplanaria vertical y secciones de pared 53 y 57 que forman una cara trasera coplanaria vertical. El primer borde 51 se deforma para formar un radio CR1 de aproximadamente 3-4 mm, con su punta 51' (es decir, el "extremo libre" que tiene una longitud de aproximadamente 4 mm o potencialmente tan pequeño como 2 mm) que se extiende por lo que una superficie interior 61 del primer borde 51 descansa paralela a la sección de pared central 56. El radio CR1 y la esquina redondeada 62 asociada (formada por las secciones de pared cuarta y quinta 56-57 en la cara delantera de la viga) se acoplan y se sueldan para ajustar permanentemente el primer tubo.

En la viga 50, el segundo borde 52 también se deforma hacia dentro para formar un radio similar al radio CR1 (tal como aproximadamente 3-4 mm en la viga ilustrada), pero con su punta terminal 52' que se extiende en paralelo a la sección de pared central 56. El radio CR1 se acopla y se suelda a una esquina redondeada 64 asociada formada por las secciones de pared cuarta y tercera 56 y 55. La viga ilustrada 50 tiene una sección transversal que es generalmente rectangular, con una pata central que divide el rectángulo en primeros y segundos tubos adyacentes de igual tamaño. Esta sección transversal ha demostrado proporcionar una excelente rigidez de flexión, rigidez torsional y una relación de resistencia frente a peso relativamente alta.

La primera sección de pared 53 ilustrada incluye un nervio de canal 65 (es decir, una depresión formada hacia dentro, también a veces llamada un "nervio de potencia") que refuerza adicionalmente la sección de pared 53 y por tanto refuerza la cara delantera de la viga y refuerza la primera sección de tubo. El nervio de canal 65 ilustrado se centra generalmente a lo largo de la sección de pared 53 y tiene un diámetro de anchura de aproximadamente 10 % al 40 % de una anchura de la sección de pared 53 (o más preferentemente aproximadamente 20 % al 30 % de la anchura), y tiene una profundidad aproximadamente igual a su diámetro de anchura. La quinta sección de pared 57 también incluye un nervio de canal 66 (de forma, tamaño y ubicación similar al nervio 65) que refuerza la sección de pared 57, y por tanto refuerza la cara delantera de la viga y la segunda sección de tubo. Los radios CR1 formados por el primer borde 51 y la punta 51A y por el segundo borde 52 y la punta 52A tienen puntos centrales ubicados dentro de los tubos respectivos formados así. Las partes inferiores de los nervios de canal ilustrados tienen forma semicircular. Sin embargo, se contempla que una profundidad y tamaño de los nervios de canal pueden hacerse menos profundos, más profundos, más anchos, más estrechos, de parte inferior plana o de otra manera modificarse para satisfacer requisitos funcionales específicos de una viga.

Notablemente, la forma redondeada de los bordes 51 y 52 y las esquinas coincidentes provocan que se forme un nervio de grieta que también refuerza la viga 50 y estabiliza así las caras/paredes delantera y trasera de la viga 50 de manera no totalmente diferente de los nervios de canal 65 y 66. En la cara delantera de la viga, el nervio de grieta formado por la forma redondeada del borde delantero 51 y la esquina asociada se combinan con los dos nervios de canal 65 para formar eficazmente tres nervios en una cara de la viga 50, reforzando cada uno la resistencia de flexión y la resistencia de torsión de la viga. El ensayo ha mostrado que una rigidez de la viga puede incrementarse suficientemente para desplazar cualquier peso de material adicional añadido gracias a los nervios de canal que necesitan una lámina más ancha para fabricar la viga. El nervio de grieta se alinea generalmente con la pared central, y la cavidad que define tiene aproximadamente de tres a cuatro veces más profundidad que un espesor en sección transversal del material de la lámina. Específicamente, la cavidad del nervio de grieta ilustrado es aproximadamente de 3-4 mm de profundidad, basándose en el espesor de material de lámina de aproximadamente 0,8 mm a 1,2 mm. La soldadura láser se ubica en una parte inferior de la grieta donde el material primero entra en contacto de tope.

Se contempla que las soldaduras 70 y 71 se fabricarán usando soldadores láser 72 y 73 (Figura 3). Los soldadores 72 y 73 actuales se ubican en una única estación S33, que proporciona ventajas significativas en términos de uso de espacio, cableado y control de proceso. Las soldaduras 70 y 71 (Figura 2) se forman en el material de tope exterior en la grieta, de manera que las soldaduras se separan ligeramente de los extremos terminales (es decir, los "extremos libres") de los primeros y segundos bordes, tal como aproximadamente 4 mm o potencialmente hasta 2 mm. El interacomplamiento de tope curvado ilustrado de material de lámina ha demostrado ser flexible y permite alguna variación dimensional y control dimensional dentro del elemento fijo de soldadura sin afectar negativamente al contacto de línea y la operación de soldadura. Aunque los soldadores 72 y 73 presentes se ubican en una única estación S33, se contempla que podrían ubicarse en estaciones separadas a lo largo del aparato de laminado en caso deseado o si una aplicación particular lo requiere.

Notablemente, la viga, que incluye su perfil en sección transversal y las soldaduras 70 y 71, son simétricas. Esto ayuda en gran medida a mantener la viga uniforme y recta (y ayuda a evitar las torceduras y la flexión no lineal debido a calentamientos de soldadura no equilibrados y movimiento/encogimiento de material) durante las operaciones de laminado y fabricación. Los expertos en la materia del laminado reconocerán lo equilibrado que está el proceso de formación en cada una de las etapas S1-S33 (Figura 4). En particular, los expertos en la materia de la fabricación y diseño de laminado reconocerán el valor de la perpendicularidad de la pared central en la etapa S7, y

también el valor de la perpendicularidad de las partes exteriores en la etapa S21, y la minimización de las etapas de laminado por tanto facilitadas.

El método relacionado de fabricación de una viga de refuerzo tubular 50 con una sección de pared central 56 para una viga de refuerzo de parachoques 40 (véase el laminador en la Figura 3, y la viga en las Figuras 1-2) incluye las etapas de: proporcionar una lámina 49 (véase la Figura 3) que incluye primeros y segundos bordes 51-52 (Figura 2) y siete secciones de pared 53-59 que se extienden secuencialmente entre medias; flexionar la pared central a una orientación perpendicular al material restante (véanse las etapas S2-S7), flexionar las puntas de borde (etapa S3-S7) y formar los nervios de canal 65-66 (iniciado en las etapas S3-S9 y terminando los nervios de canal en las etapas S10-S12), flexionar las secciones de pared primera a cuarta 53-56 para formar un primer tubo y flexionar las secciones de pared cuarta a séptima 56-59 para formar un segundo tubo adyacente (mitad formada en las etapas S3-S21 y que termina en las etapas S22-S33); soldar el primer borde 51 a la esquina redondeada 62 asociada y soldar el segundo borde 52 a la esquina redondeada 64 asociada mientras se mantiene una forma en sección transversal precisa de la viga continua en un elemento fijo de soldadura (véanse las Figuras 7-8); deformar la viga continua hasta una forma longitudinalmente curvada (de "barrido") en la estación de barrido, y cortar los segmentos de viga hasta una longitud en una estación de corte para formar vigas de refuerzo de parachoques individuales.

Notablemente, el nervio de canal 65 en la primera sección de pared 53 y el nervio de canal 66 en la quinta sección de pared se combinan con la grieta en un centro de la parte delantera de viga (sobre la pared central) para proporcionar una formación de tres nervios de canal en una cara de la viga. Esto proporciona una excelente resistencia a la torsión y la flexión en la viga, como se ha mencionado antes. En particular, el ensayo ha mostrado que los canales y nervios que proporcionan estabilidad a una cara de la viga pueden mejorar la resistencia al impacto de manera significativa y proporcionar una consistencia incrementada de resistencia al impacto (y consistencia de capacidad de absorción de energía) sin incrementar el peso de la viga, lo que es un resultado sorprendente e inesperado. La mejora en la resistencia a impactos se atribuye a varios factores. Por ejemplo, el peso actual de la viga no se incrementa sobre una viga de tamaño similar que no tiene nervios de canal, ya que la viga actual usa un material laminar más fino mientras todavía proporciona un resultado de ensayo de impactos mejorado o similar. De manera notable, los materiales más finos pueden tender a retorcerse prematuramente/de manera impredecible y colapsarse de manera catastrófica debido a la dinámica que ocurre durante un impacto contra un material de lámina fina, incrementando potencialmente la variabilidad e inconsistencia de las resistencias a impactos durante el ensayo. Sin embargo, los nervios de canal y el nervio de grieta en la parte delantera de la presente viga ayudan a estabilizar la estructura tubular de la viga, proporcionando así resultados de ensayo mejorados incluso cuando un material laminar más fino se usa. Esta mejora no se esperaba dado el hecho de que los nervios de canal y el nervio de grieta están en la cara de la viga. Parte de la razón por la que esto no se esperaba es porque los nervios de canal ubicados en la cara y los nervios de grieta pueden provocar que algo del material laminar se ubique hacia dentro más cerca de una línea central de momento de flexión (en lugar de más lejos de la línea central). De manera notable, el material ubicado más cerca de una línea central de momento de flexión contribuye menos al momento de flexión de la viga, reduciendo así potencialmente el momento de flexión de inercia para la viga. Sin embargo, debido a la dinámica de impactos, la estabilidad de las paredes de viga puede ser muy importante para el rendimiento de impactos de la viga. Además, algunos ensayos de parachoques provocan unas fuerzas de torsión desequilibradas verticalmente (tal como cuando un dispositivo impactador de ensayo golpea una viga en un lugar más alto que su línea central).

Un aparato 88 relacionado (Figura 3) para fabricar una viga de refuerzo tubular 50 con una sección de pared central 56 para una viga de refuerzo de parachoques 40 comprende un tren laminador 89 con una estación de barrido en línea 90 y corte 91. El tren laminador 89 incluye rodillos construidos para formar una lámina 49 que incluye primeros y segundos bordes 51-52 y siete secciones de pared 53-59 que se extienden secuencialmente entre medias. Los rodillos incluyen una primera región de estaciones de laminado 92 con conjuntos de rodillos colocados para formar la pata central con las alas exteriores de la lámina que se extienden generalmente en perpendicular desde la pata central. La primera región de las estaciones de laminado 92 también forma los bordes redondeados de la lámina. Una segunda región de estaciones de laminado 92' incluye conjuntos de rodillos colocados y configurados para doblar las secciones de pared primera a cuarta 53-56 para formar un primer tubo y doblar las secciones de pared cuarta a séptima 56-59 para formar un segundo tubo adyacente, con la única pata central siendo común a ambos tubos. Los primeros y segundos soldadores 72 y 73 se colocan para soldar el primer borde 51 a la superficie interior asociada de la esquina redondeada 62, y para soldar el segundo borde 52 a la esquina redondeada 64 asociada. El primer soldador 72 se coloca sobre la viga, y el segundo soldador 73 se coloca bajo la viga con su haz láser orientado en un ángulo, como se describe a continuación.

Se aprecia que el presente aparato puede utilizar un tren laminador con ejes horizontales que soportan laminadores, o alternativamente puede utilizar un tren laminador con ejes verticales que soportan laminadores. En el molino de eje vertical, los soldadores láser operarían potencialmente desde lados opuestos de la viga o parcialmente sobre la viga. Una ventaja del tren laminador de eje vertical es que la gravedad puede usarse para provocar que los residuos y el polvo caigan lejos de los lugares de soldadura, ya que el soldador se coloca hacia un lado y/o sobre la soldadura. En el tren laminador de eje horizontal, los láseres operan desde posiciones superior e inferior en relación con la viga. La posición inferior de uno de los soldadores potencialmente provoca un problema con los residuos que caen, pero este

problema se soluciona por la presente innovación como se analiza a continuación.

Como se muestra por la versión ilustrada en las Figuras 3 y 4, el aparato se construye preferentemente donde ambas soldaduras se fabrican en una única estación con las soldaduras realizándose simultáneamente. Un soldador 72 se coloca sobre la ubicación de soldadura y un segundo soldador 73 se coloca debajo pero significativamente corriente arriba (o corriente abajo) de la ubicación de soldadura. El soldador inferior se coloca y se protege por lo que el soldador no se ve afectado de manera negativa por los residuos que vuelan y caen. Por ejemplo, el soldador inferior ilustrado se coloca corriente arriba del actual lugar de soldadura 15 grados respecto a la vertical. Además, en caso necesario (dependiendo de la distancia del dispositivo de generación de haz láser respecto a la ubicación de soldadura), una protección puede usarse para proteger físicamente el dispositivo de generación de láser respecto a la soldadura. La protección ilustrada es una barrera física ubicada por lo que no interfiere con el haz láser (que define una línea), pero por lo que un aparato de generación de láser queda protegido de los residuos que caen (que tiende a definir un arco cuando los residuos se mueven inicialmente de manera lateral y luego caen por gravedad hacia un extremo de su trayectoria de caída). Se contempla que la protección también incluirá una protección de aire proporcionada por la corriente de aire dirigida. Notablemente, una longitud focal de una viga de soldador láser puede ser hasta 914,4 mm (36 pulgadas) y la viga láser puede ser de cualquiera de varios tipos diferentes, tal como gas (CO<sub>2</sub>), estado sólido, fibra o disco.

Se aprecia que en las etapas mostradas en la Figura 4, la pata central se forma inicialmente desde un centro de la lámina a una orientación perpendicular relativa a un plano horizontal (que se extiende a lo largo de un nivel de línea del laminador) en las primeras pocas etapas S1-S7. Esto ancla la lámina y mantiene la lámina centrada en el proceso de laminado, eliminando así (o reduciendo en gran medida) la tendencia de que la lámina deambule o se deslice lateralmente durante el proceso de formación. Se aprecia que, debido a las propiedades de alta resistencia de la presente lámina y debido a su espesor y anchura, unas grandes fuerzas laterales se generan durante el proceso de laminado. Mediante la formación primero de la pata central en un estado perpendicular, el control de la posición lateral de la lámina es mucho más fácil y se controla/es controlable de manera más inherente. Además, los radios se forman en bordes de la lámina en las etapas S1-S7. Después de esto, los tubos adyacentes se forman en lados opuestos de la pata central común. Como resultado en el presente proceso de la Figura 4, el número de etapas de laminado puede reducirse a tan poco como 33 etapas (véase la Figura 4) incluso cuando se forma una lámina que tiene una resistencia a la atracción de 2000 Mpa+ (290 ksi+), que se considera como una mejora dramática y sorprendente e inesperada respecto a los métodos conocidos. De manera notable, menos etapas de formación pueden ser muy beneficiosas, ya que el número reducido de etapas puede reducir los costes de labrado (es decir, son necesarios menos laminadores), reducir una longitud del aparato de laminado (es decir, menos estaciones de laminado) y reducir el tiempo de procesamiento general (es decir, un tiempo de ciclo más corto desde la lámina plana inicial a la forma de viga de tubo doble).

La Figura 5 ilustra un disco de rastreo de junta 90° usado para rastrear y controlar la grieta 80. (En la Figura 5, el disco 90° está despiezado, pero se contempla que el disco se acoplará físicamente a la viga 50 y la rastreará a lo largo de la grieta). El disco 90° rastrea un valle de la grieta 80 para facilitar el proceso de soldadura. Específicamente, el disco 90° es un disco rotativo, que se asemeja a un cortador de pizza, que se desarrolla dentro del área para la junta de soldadura continua. El soldador láser se ubica fuera de este disco en el valle de soldadura. Como se ilustra, un disco 90° puede usarse para rastrear grietas tanto en la parte superior como inferior de la viga 50.

La Figura 6 es una sección transversal de la viga modificada 50A similar a la Figura 2 pero con los tubos que tienen diferentes anchuras. Específicamente, un tubo de la viga 50A es aproximadamente el doble de la anchura del otro tubo. Sin embargo, estos comparten una pared central común. Además, ambos tienen un nervio de canal de forma y tamaños similar, y también se proporciona un nervio de grieta formado sobre la pata central. En la viga 50A, unas características, rasgos y componentes similares e idénticos se identifican usando números idénticos, pero con una letra (tal como "A"). Esto se realiza para reducir la discusión redundante. Se entenderá por los expertos en la materia de las vigas de refuerzo de parachoques y los procesos de fabricación relacionados que la viga 50A puede y de hecho incorpora muchas características de la viga 50, de manera que un análisis individual de los números en la viga 50A no se considera necesario.

Las Figuras 3, 7-8 muestran una estación de soldadura 100 en un extremo y como saliendo de un laminador. En la Figura 7, la lámina se muestra como ya habiendo sido formada en un laminador, y viajando en una dirección de recorrido D1. Un elemento fijo de caja de soldadura 102 se coloca en línea con la viga 50 parcialmente formada. Unos soldadores láser superior e inferior 103 se colocan en la estación de soldadura en una ubicación donde el elemento fijo de caja de soldadura no interfiere con sus haces láser respectivos que golpean el material de tope de destino de la viga 50. El soldador láser inferior 103 se coloca ligeramente corriente arriba del elemento fijo de caja de soldadura 102, y su láser de soldadura 104 se orienta en un ángulo corriente abajo por lo que el haz láser de soldadura 104 golpea la viga 101 en una ubicación deseada para calentar y soldar el material de tope de la viga 101. El láser tiene una longitud focal de hasta 914,4 mm (36 pulgadas), dependiendo del tipo de láser. No existe distancia mínima del láser desde la ubicación de soldadura en la viga 101. Por ejemplo, se contempla que el tipo de láser podría ser gas (tal como CO<sub>2</sub>), o podría ser de tipo de estado sólido, fibra, o láser de disco. Un ángulo máximo A1

del láser 104 con la viga de refuerzo 101 es aproximadamente 15 grados respecto a la vertical (es decir, desde la perpendicular a un lado de la viga 50). Una protección física 105 se usa, en caso necesario o deseable, para proteger la fuente láser 106 de residuos del proceso de soldadura. La protección física 105 pueden ser cuchillos de aire corriente abajo o chorros de aire, o puede incluir un panel físico.

5 El elemento fijo de caja de soldadura 102 ajustable (Figura 8) se ubica en la estación de soldadura y se diseña para ajustar y mantener una forma final de la viga laminada durante la etapa de soldadura. El elemento fijo 102 ajustable  
 10 ilustrado incluye un bastidor de caja de acero externa 110, mandriles externos superior e inferior 111, 112 y mandriles externos laterales ajustables 113, 114 que reciben presión hacia dentro mediante accionadores 115, 116. Se contempla que los accionadores pueden ser dinámicos o activos (tales como los cilindros hidráulicos), o pueden ser ajustables y pasivos, tal como pernos roscados que pueden ajustarse para proporcionar una cantidad deseada de presión interior para mantener una forma deseada de los mandriles externos dentro del elemento fijo de caja de soldadura 102. Dos varillas se muestran extendiéndose desde el accionador 115 a través del bastidor 110 a una ubicación donde se unen al mandril externo 111. Sin embargo, se contempla que unas disposiciones alternativas conectadas y de motivación pueden construirse.

15 Los mandriles internos 117, 118 se ubican en cada uno de los tubos 121, 122 de la viga de tubo doble 120, y se anclan mediante cables 123, 124 que se extienden hasta un puntal de anclaje corriente arriba 125 ubicado en el laminador donde la lámina se abre lateralmente lo suficiente para colocar el puntal de anclaje 125 (Figura 3) para sujetar los cables 123, 124 (Figura 8). La viga 50 se ilustra, pero se contempla que la viga podría ser similar a la viga 50A u otra viga modificada. Los mandriles internos 117, 118 ilustrados son cada uno mandriles divididos con mitades de mandril 116, 117 opuestas desviadas por un resorte 128 (por ejemplo, resorte hidráulico, mecánico u otro). El mandril interno 118 también incluye mitades de mandril 130, 131 opuestas desviadas por el resorte hidráulico 132. Sin embargo, se contempla que, en algunas circunstancias, un mandril interno y sólido de una pieza puede usarse a cada lado. Una abertura de acceso láser se proporciona en el bastidor de caja de elemento fijo 110 y los mandriles externos 111, 112, con la abertura de acceso láser 129 ilustrada que proporciona acceso para el haz láser a través de una parte inferior y superior del bastidor de caja 110 y a través de los mandriles externos superior e inferior 111, 112.

Los resortes internos 128 y 132 y los mandriles internos divididos 117, 118 en combinación con los accionadores de desviación interior 115, 116 y los mandriles externos 113, 114 provocan que el elemento fijo mantenga una forma exterior deseada de la viga 101 a medida que pasa a través de la estación de soldadura 100 y se suelda. Notablemente, existe un plano de deslizamiento P1 definido entre el mandril externo superior 111 y una parte superior de los mandriles externos laterales 113, 114. Además, existe un plano de deslizamiento P2 definido entre el mandril externo inferior 112 y una parte inferior de los mandriles externos laterales 113, 114. El plano de deslizamiento P1 se alinea con la cara delantera de la viga 101 y se define en parte por la superficie exterior de la punta del extremo redondeado delantero de la pata central, y el plano de deslizamiento P2 se alinea con una cara trasera de la viga 101 y se define en parte por la superficie exterior de la punta del extremo redondeado trasero de la pata central. En la estación de soldadura, la presión desde los mandriles interno y externo del elemento fijo de soldadura provoca que el material laminar se mueva y se deforme a una posición conocida precisa a lo largo de los planos de deslizamiento P1 y P2. Esto mejora la consistencia dimensional y la precisión de una forma en sección transversal de la viga antes (y durante) del proceso de soldadura. Además, por esta disposición, la presión en las superficies de tope donde ocurrirá la soldadura puede controlarse más precisamente y con más consistencia para una condición de soldadura óptima.

Debe entenderse que unas variaciones y modificaciones pueden realizarse en la estructura antes mencionada sin apartarse de los conceptos de la presente invención, y además debe entenderse que tales conceptos pretenden cubrirse por las siguientes reivindicaciones a menos que estas reivindicaciones por su lenguaje mencionen expresamente lo contrario.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para formar una lámina en una viga (50) que tiene cuatro paredes exteriores (53, 54, 55, 59, 58, 57) y una pata central común (56) que se extiende entre dos opuestas de las paredes (53, 55, 57, 59),  
 5 las cuatro paredes exteriores (53, 54, 55, 59, 58, 57) definiendo una sección transversal rectangular, y la pata central (56) dividiendo la sección transversal en primeros y segundos tubos adyacentes, la pata central (56) teniendo extremos redondeados (62, 64) definiendo cada uno planos de deslizamiento perpendiculares a la pata central (56),  
 10 y la lámina teniendo bordes (51, 52) que contactan con los extremos redondeados (62, 64), comprendiendo un laminador que incluye estaciones de laminado (S1-S33) con rodillos para formar la lámina en la viga (50) con las cuatro paredes exteriores (53, 54, 55, 59, 58, 57) y la pata central común (56), **caracterizado por que** el laminador incluye una estación de soldadura (100) con soldadores (103) y un elemento fijo de caja de soldadura (102), incluyendo el elemento fijo de caja de soldadura (102) un bastidor (110) de elemento fijo, mandriles externos (111, 112, 113, 114) soportados por el bastidor (110) de elemento fijo y que soportan las cuatro paredes exteriores  
 15 (53, 54, 55, 59, 58, 57) en una forma arqueada deseada, dos de los mandriles externos (113, 114) siendo móviles y opuestos, e incluyendo al menos un accionador (115, 116) conectado operativamente a los dos mandriles externos (113, 114) opuestos para mover los mandriles externos (113, 114) opuestos en acoplamiento con unas opuestas y asociadas de las cuatro paredes exteriores (53, 54, 55, 59, 58, 57);  
 20 y mandriles internos (117, 118) en cada uno de los primeros y segundos tubos adyacentes que se soportan por líneas de anclaje corriente arriba (123, 124) por lo que los mandriles internos (117, 118) permanecen generalmente adyacentes a los mandriles externos, en el que los mandriles internos y externos, en combinación con una desviación de resortes y una desviación contraria de los dos mandriles externos opuestos, controlan una forma de la viga por flexión y movimiento del material de la lámina a lo largo de los planos de deslizamiento.
- 25 2. El aparato definido en la reivindicación 1, en el que el al menos un accionador (115, 116) incluye un miembro roscado ajustable.
3. El aparato definido en la reivindicación 1, en el que los mandriles internos (117, 118) tienen, cada uno, mitades opuestas (126, 127, 130, 131) y un resorte (128, 132) que desvía las mitades opuestas separándolas contra los  
 30 mandriles externos (111, 112, 113, 114) y contra una fuerza del accionador (115, 116).
4. El aparato de la reivindicación 1, en el que otros dos de los mandriles externos (111, 112) están fijos y opuestos de manera que los otros dos mandriles externos (111, 112) fijan una distancia entre las dos paredes opuestas entre las que se extiende la pata central común.  
 35
5. El aparato de la reivindicación 1, en el que la estación de soldadura es una única estación de soldadura (100) con un soldador superior y un soldador inferior, soldando los soldadores (103) la viga continua (50) para fijar permanentemente la sección transversal al soldar simultáneamente en la estación de soldadura (100) en ubicaciones superior e inferior en la viga, y en el que la soldadura de la viga continua (50) se realiza en la única  
 40 estación de soldadura (100), y no en múltiples estaciones de soldadura.
6. El aparato de la reivindicación 1, en el que el laminador incluye primeras estaciones de laminado (S1-S7) que forman la pata central común (56) de la lámina (59) y alas exteriores de la lámina (59) que se extienden en perpendicular a la pata central común (56);  
 45 incluyendo además el laminador estaciones de laminado (S8-S33) adicionales que forman las alas exteriores en primeros (53, 54, 55, 56) y segundos (56, 57, 58, 59) tubos con la pata central común (56) que es una parte de formación de pared común de cada uno de los primeros y segundos tubos; y unos soldadores superior e inferior (103) de la estación de soldadura (100) sueldan los bordes redondeados de la lámina (59) a los extremos redondeados de la pata central común (56).  
 50

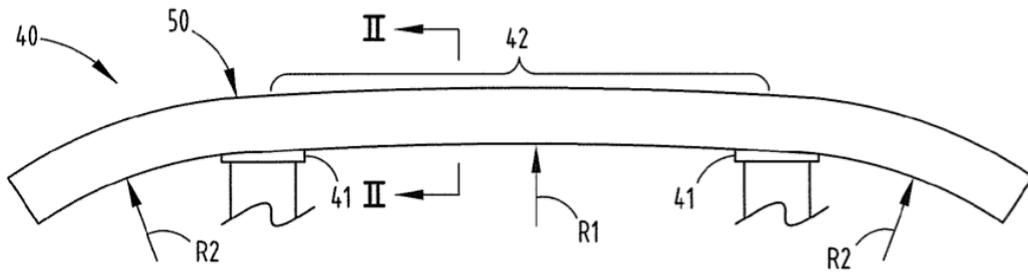


FIG. 1

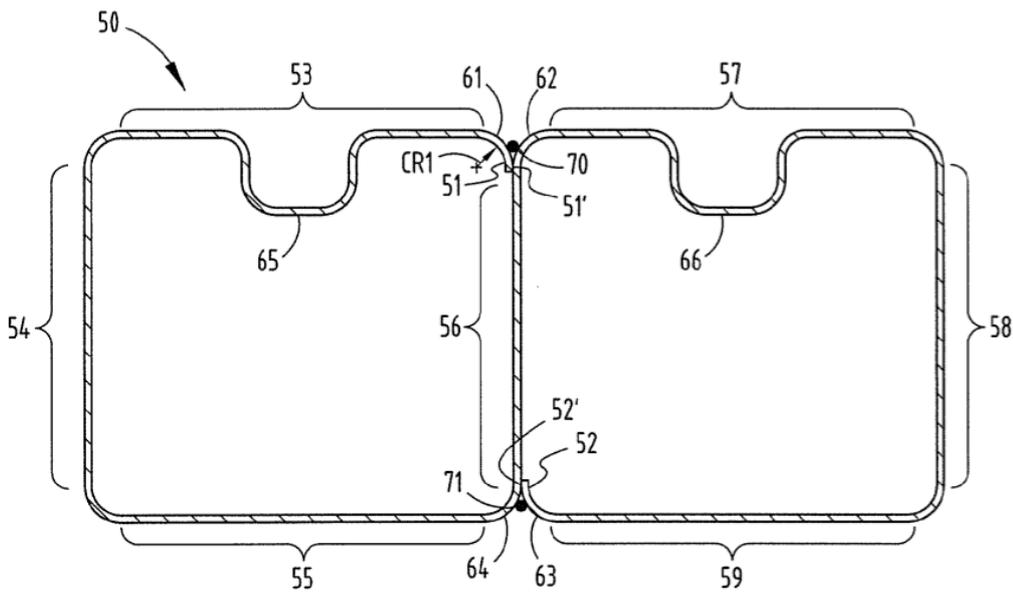


FIG. 2

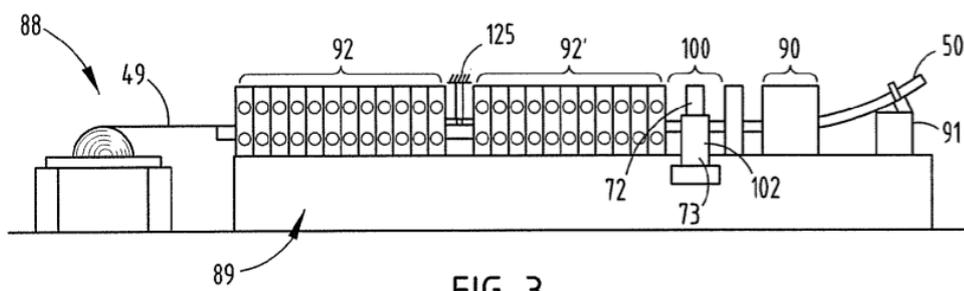


FIG. 3

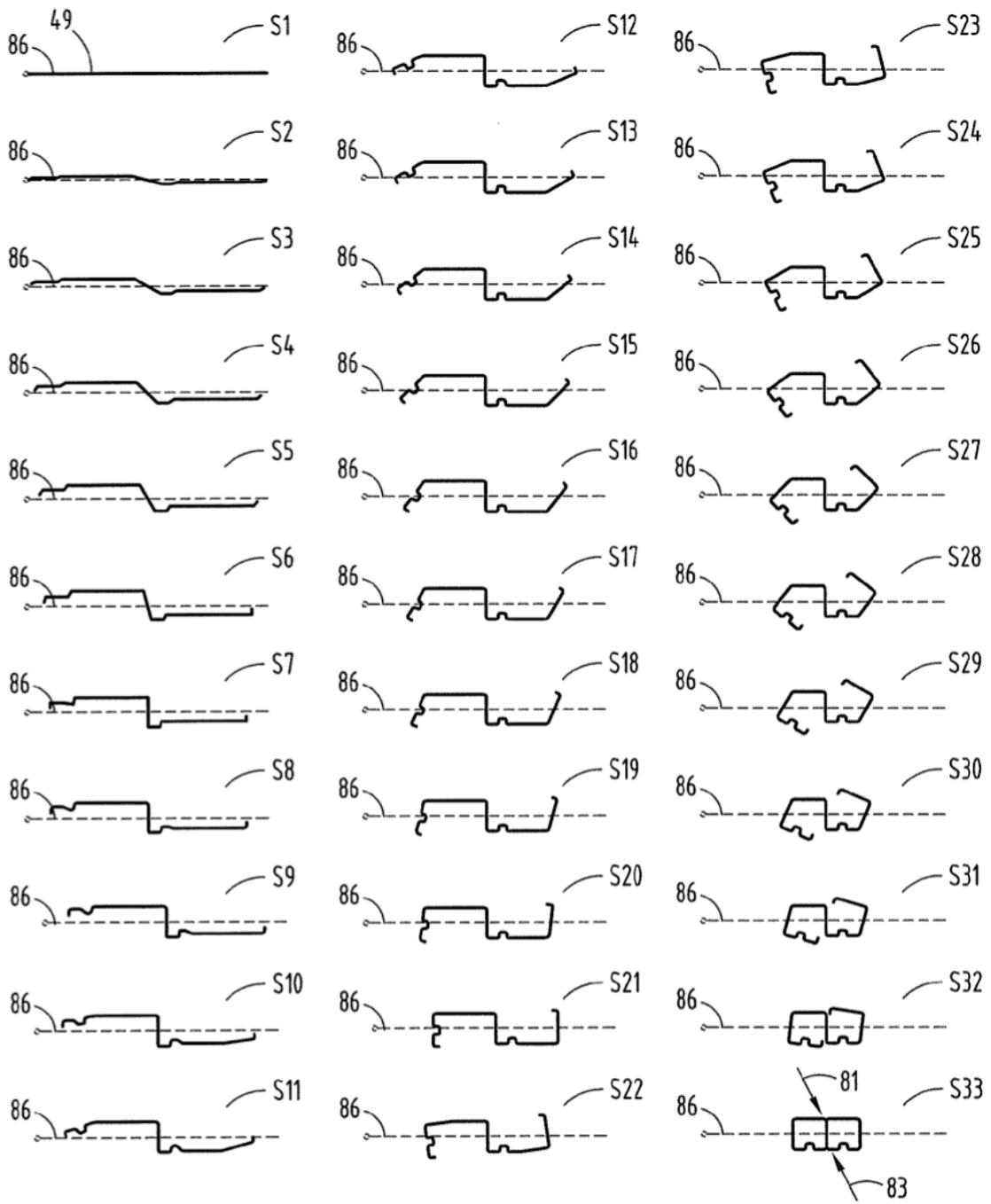


FIG. 4

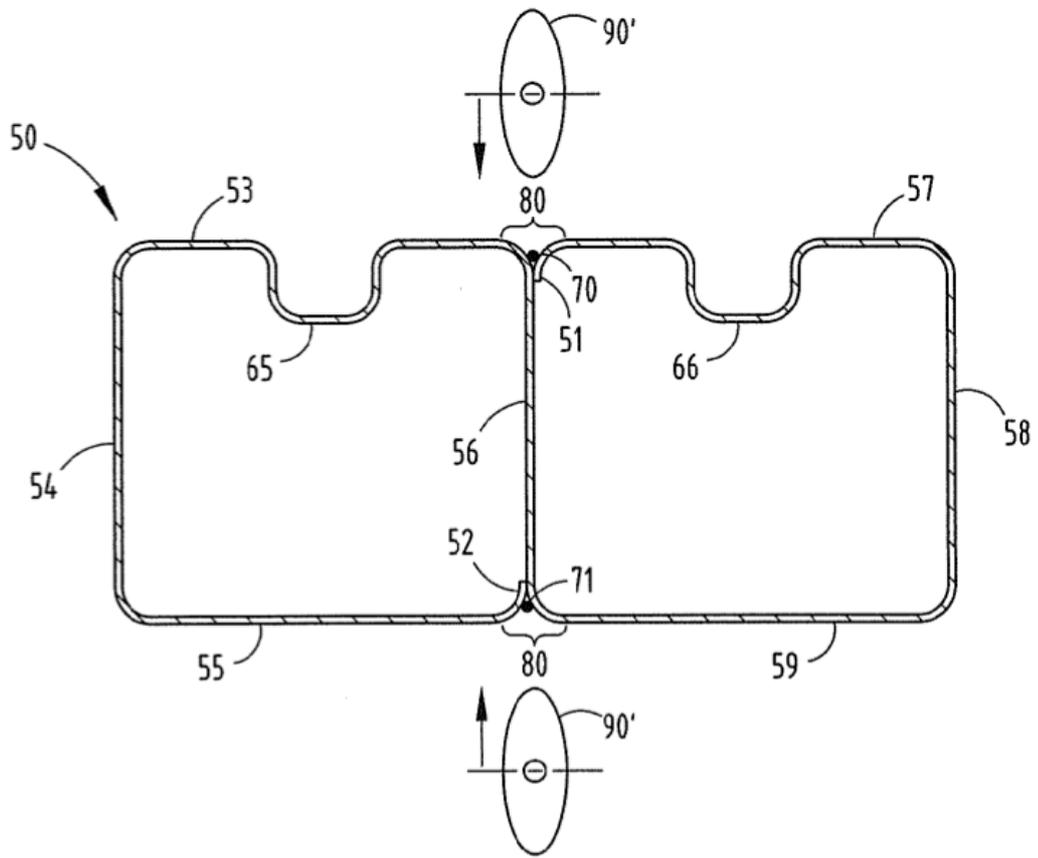


FIG. 5

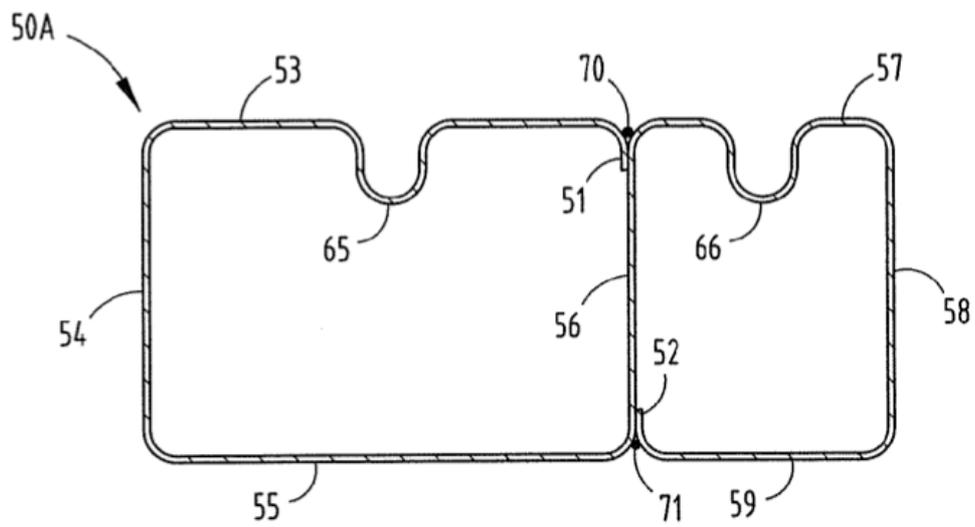


FIG. 6

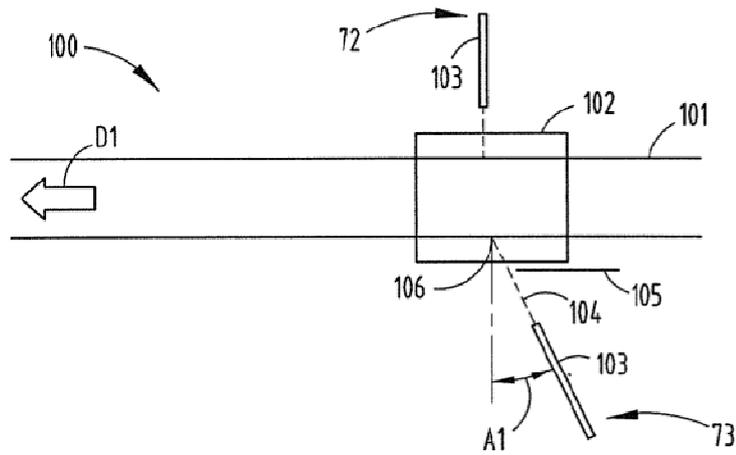


FIG. 7

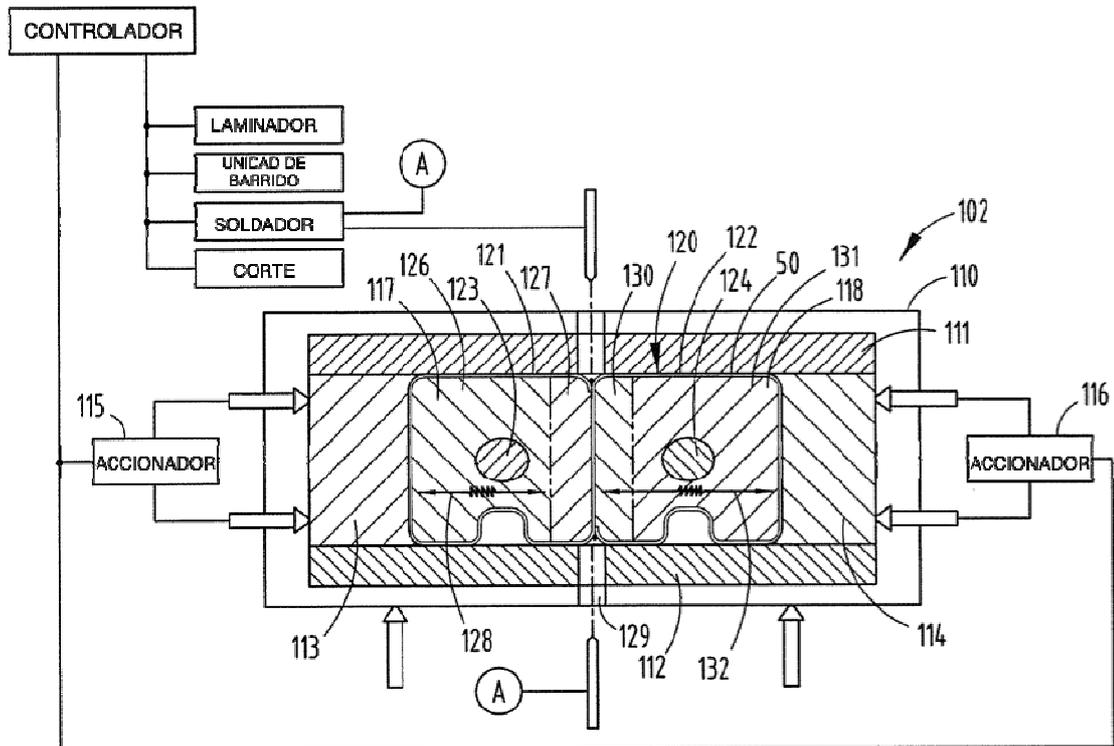


FIG. 8