

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 168**

51 Int. Cl.:

B60R 19/02 (2006.01)

B60R 19/18 (2006.01)

E04C 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2015 PCT/US2015/027734**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2015 WO15167994**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2015 E 15786635 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3137345**

54 Título: **Aparato de formación de vigas de múltiples tiras, método y viga**

30 Prioridad:

28.04.2014 US 201461985029 P

15.07.2014 US 201462024751 P

09.12.2014 US 201462089334 P

21.04.2015 US 201514692327

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2019

73 Titular/es:

SHAPE CORP. (100.0%)

1900 Hayes Street

Grand Haven, MI 49417, US

72 Inventor/es:

MATECKI, JOSEPH R.;

GATTI, DANIEL y

MALKOWSKI, BRIAN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 713 168 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato de formación de vigas de múltiples tiras, método y viga

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se relaciona con aparatos y métodos de formación de vigas, y con vigas alargadas fabricadas usando los mismos, y más particularmente se relaciona con a vigas de múltiples tiras y aparatos y métodos relacionados para formar vigas de refuerzo de parachoques de automóviles a partir de múltiples tiras. Sin embargo, el alcance de la presente invención no se limita a vigas de refuerzo de parachoques ni a usos automotrices.

10 Los vehículos modernos incluyen sistemas de parachoques con vigas de refuerzo que deben cumplir estrictos requisitos de rendimiento (por ejemplo, estándares de prueba que miden las resistencias al impacto de torsión y flexión, diversos impactos de barrera, impactos de vehículo a vehículo y peatones), pero también cumplen con los estándares de la industria que le dan una gran importancia a minimizar el peso (por ejemplo, normas mpg). Además, la competitividad de la industria requiere minimizar los costes de fabricación y, al mismo tiempo, proporcionar una alta consistencia dimensional, confiabilidad de fabricación y flexibilidad de diseño y fabricación.

15 Las vigas de refuerzo de parachoques se utilizan para proporcionar una estructura de carro transversal a los sistemas de parachoques, y a menudo se realizan mediante procesos de perfilado y/o extrusión. El perfilado puede proporcionar un coste de proceso competitivo con una buena calidad de la parte cuando se usa en ejecuciones de alto volumen. Sin embargo, la mayoría de los procesos de perfilado comerciales de gran volumen están limitados a formas de corte transversal constantes, se limitan a formar una única lámina de material, requieren un tiempo de espera significativo para desarrollar los laminados y requieren una inversión sustancial en equipos de perfilado de trabajo pesado. Los procesos secundarios se han utilizado para remodelar porciones de vigas de laminado, pero los procesos secundarios son costosos, lentos, a menudo no son consistentes dimensionalmente, requieren un manejo múltiple de las partes en proceso y pueden ser intensivos manualmente.

25 Las vigas de aluminio extruido a veces son especificadas por los fabricantes de equipos originales (denominados OEM) debido a su peso ligero, alta proporción de resistencia a peso y la capacidad de las vigas de aluminio extruido para tener paredes con diferentes espesores ubicados para un rendimiento óptimo. Sin embargo, el aluminio es un material costoso, y las calidades extruibles de aluminio son limitadas en resistencia a la tracción y generalmente tienen un alto coste. Además, las vigas de aluminio tienen cortes transversales constantes en toda su longitud, debido al proceso de extrusión. Además, las vigas fabricadas utilizando procesos de extrusión requieren operaciones secundarias, tal como la curvatura de la viga (es decir, el "barrido"), la perforación (por ejemplo, para la fijación del soporte o para los orificios de fijación o los orificios de paso), y el envejecimiento/tratamiento térmico del material (por su resistencia y estabilidad).

30 El documento DE 197 26 720 C1 divulga un miembro estructural de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 que tiene en su plano de corte transversal al menos dos cámaras cerradas de sección hueca que se producen por laminación y que están hechas de una sola parte de lámina metálica.

35 El documento WO 2008/144367 A1 trata de una viga de refuerzo de parachoques que incluye una primera lámina que forma al menos un tubo que incluye una pared frontal, y una segunda lámina soldada a y que soporta la pared frontal en una disposición laminar que agrega rigidez a la pared frontal.

40 Se desea una mejora que brinde flexibilidad en el diseño de partes (incluyendo el uso de materiales de pared colocados de manera óptima, formas y espesores de pared variados), pero que también proporcione ahorros/mejoras del proceso en términos de bajo coste, inversión de capital relativamente más baja, alta eficiencia de fabricación, buena confiabilidad, alta consistencia dimensional y bajo inventario en proceso. Es deseable utilizar procesos de formación y unión que sean conocidos y no exóticos.

Resumen de la invención

45 En un aspecto de la presente invención, un artículo de viga de refuerzo construido para impactar en un vehículo comprende al menos tres láminas de metal alargadas separadas, al menos una de las cuales incluye una estructura preformada en el mismo, colocada e interconectada para definir una viga tubular alargada que tiene una longitud no lineal y secciones de cortes transversales que definen las paredes delantera y trasera y al menos dos paredes de cizallamiento que conectan las paredes delantera y trasera, con al menos dos de las láminas que tienen bordes que se apoyan en las superficies laterales de otras adyacentes de las láminas para formar esquinas soldadas perpendicularmente no redondeadas; y porciones finales de la viga tubular configuradas para facilitar el acoplamiento a un vehículo.

5 En otro aspecto de la presente invención, un artículo de viga incluye láminas de metal alargadas cada una teniendo un cuerpo alargado y bordes opuestos, los cuerpos dispuestos y asegurados juntos para formar una viga tubular cerrada alargada que tiene una longitud con secciones de cortes transversales no constantes a lo largo de la longitud, con algunos de los bordes colindantes adyacentes de los cuerpos para formar esquinas no redondeadas, siendo el cuerpo de al menos una de las láminas plano.

10 En otro aspecto de la presente invención, un artículo de viga de refuerzo comprende una pluralidad de al menos tres láminas preformadas separadas colocadas juntas y luego soldadas para formar una viga de caja tubular con paredes verticales delantera y trasera y múltiples paredes horizontales que definen tubos superiores e inferiores, un borde de algunas de las láminas que se apoyan en una superficie lateral de una adyacente de las láminas para definir las esquinas delanteras y traseras no redondeadas cuando se cortan transversalmente en forma transversal a la longitud de la viga.

15 En otro aspecto de la presente invención, un artículo de viga comprende al menos dos láminas dispuestas para formar una viga tubular que tiene una longitud no lineal y paredes delantera y trasera y al menos una esquina no redondeada adyacente a la pared frontal y soldada usando un proceso de soldadura de baja zona afectada por el calor para tener una región de la zona afectada por el calor que, en una sección de corte transversal a través de la región, se extienda transversalmente a menos de 3 mm desde la al menos una esquina no redondeada.

20 En otro aspecto de la presente invención, un método para construir un artículo de viga de refuerzo para uso en un vehículo comprende proporcionar al menos tres láminas metálicas alargadas separadas; preformar al menos una de las al menos tres láminas de metal alargadas separadas; colocar e interconectar las láminas para definir una viga tubular alargada que tiene una longitud no lineal y secciones de cortes transversales donde al menos dos de las láminas tienen bordes que se apoyan en las superficies laterales de otras adyacentes de las láminas para formar esquinas soldadas perpendiculares no redondeadas; y formar una estructura de montaje en las porciones extremas de la viga tubular configurada para facilitar la fijación a un marco del vehículo.

25 En otro aspecto de la presente invención, un método para formar un artículo de viga comprende colocar láminas de metal alargadas juntas, teniendo cada una un cuerpo alargado y bordes opuestos, estando dispuestos los cuerpos para formar una viga tubular cerrada alargada que tiene una longitud con secciones de cortes transversales no constantes a lo largo de la longitud, con algunos de los bordes que se apoyan en unos adyacentes de los cuerpos para formar esquinas no redondeadas, siendo al menos una de las láminas planas; y soldar conjuntamente las láminas, incluyendo la soldadura en las esquinas no redondeadas.

30 En otro aspecto de la presente invención, un método para construir un artículo de viga de refuerzo comprende preformar una pluralidad de al menos tres láminas separadas; colocar las al menos tres láminas juntas y luego soldar las láminas para formar una viga de caja tubular con paredes verticales delantera y trasera y múltiples paredes horizontales que definen los tubos superior e inferior, un borde de algunas de las hojas que se apoyan en una superficie lateral de una adyacente de las láminas para definir esquinas no redondeadas cuando se seccionan transversalmente en forma transversal a la longitud de la viga, y donde el paso de la soldadura incluye la soldadura de las esquinas no redondeadas.

35 En otro aspecto de la presente invención, un método para construir un artículo de viga comprende disponer al menos dos láminas para formar una viga tubular que tiene una longitud no lineal y al menos una esquina no redondeada; y soldar la al menos una esquina no redondeada utilizando un proceso de soldadura de baja zona afectada por el calor para tener una región de zona afectada por el calor que, en una sección de corte transversal a través de la región, se extienda transversalmente a menos de 3 mm de la al menos una esquina no redondeada.

Los expertos en la técnica entenderán y apreciarán estos y otros aspectos, objetos y características de la presente invención al estudiar la siguiente especificación, las reivindicaciones y los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

45 Las Figs. 1-3 son una perspectiva en despiece ordenado, una perspectiva ensamblada y vistas de corte transversal de una viga formada por cinco láminas de aluminio, dos paredes formadoras delantera y trasera, y tres paredes horizontales de cizallamiento formadoras, donde las paredes frontal y trasera tienen orificios de fijación del marco y tienen bridas superiores y bridas inferiores que se extienden por encima y por debajo de los muros de cizallamiento, donde todas las esquinas de la viga son esquinas perpendiculares no redondeadas.

50 Las Figs. 4-5 son vistas en perspectiva y de corte transversal de una viga similar a la Fig. 2, pero con nervaduras de canal en su pared frontal.

Las Figs.6-8 son vistas en perspectiva y de corte transversal de una viga similar a la Fig. 4, pero con nervaduras de canal y un corte transversal variado a lo largo de su longitud.

La Fig. 9 es una vista en perspectiva en despiece de una viga de múltiples láminas hecha de cinco láminas preformadas, similar a la Fig. 2, pero teniendo la viga una pared posterior con material más grueso/diferente en una región central y un material más delgado/diferente en las regiones de extremo.

5 La Fig. 10 es una vista en perspectiva en despiece de una viga de múltiples láminas similar a la Fig. 9 pero hecha de siete láminas preformadas, que incluyen una lámina central corta y dos láminas del extremo más cortas que forman la pared posterior de la viga (con espacios entre la lámina central y dos láminas de extremo más cortas), y la pared de cizallamiento horizontal intermedia es similar en longitud a lámina central en longitud pero teniendo superficies de extremo en ángulo hacia afuera.

10 La Fig. 11 es una vista en perspectiva en despiece de una viga de múltiples láminas similar a la Fig. 2 y hecha de cinco láminas, que incluye una pared frontal preformada que tiene secciones de extremo deformadas hacia atrás comenzando en curvas notables en los bordes externos de la región central (y opcionalmente que incluyen nervaduras de canal), y una pared de cizalla horizontal intermedia escorzada y que tiene porciones de extremo de forma cóncava.

15 La Fig. 12 es un corte transversal de una viga de múltiples láminas, donde la pared de cizalla horizontal intermedio tiene bordes que se extienden hacia las superficies delantera y trasera de la viga, y donde las láminas delanteras superior e inferior se combinan con la punta frontal de la pared de cizalla horizontal intermedia para formar la pared frontal de la viga, donde se combinan las láminas traseras superior e inferior con la punta trasera de la pared de cizalla horizontal intermedia para formar la pared trasera de la viga, y donde las paredes de cizalla horizontales superior e inferior se apoyan en las superficies internas de la combinación de pared frontal y combinación de pared trasera.

20

La Fig. 13 es una vista ampliada de un área rodeada por un círculo (una esquina en T) en la Fig. 12.

La Fig. 14 es una vista ampliada similar a la Fig. 13 pero donde las diferentes láminas que forman la esquina T tienen tres espesores diferentes.

25 Las Figs. 15-17 son vistas en despiece, en perspectiva y en corte transversal central de una viga de aluminio de múltiples láminas de profundidad variable, teniendo la viga un corte transversal constante a través de su región central y cortes transversales de extremo estrechos hacia atrás, con todos los cortes transversales teniendo una profundidad menor que las vigas en las Figs. 1-8 y teniendo nervadura de canal más baja en su pared frontal.

30 La Fig. 18 es una vista frontal de una viga de múltiples láminas donde la pared frontal tiene una altura constante y las paredes de cizalla horizontal superior e inferior se extienden teniendo planos hacia atrás desde los bordes superior e inferior de la pared frontal, pero donde la pared de cizalla horizontal intermedia tiene una forma ondulada no plana (mostrada en líneas discontinuas).

Las Figs. 19-21 son vistas frontales y en corte transversal de una viga de doble tubo donde un tubo tiene una forma variada a lo largo de la longitud de la viga.

35 La Fig. 22 es una vista frontal de una viga de múltiples láminas donde la pared frontal tiene un borde superior arqueado que se extiende verticalmente bien por encima de los extremos de la viga.

La Fig. 23 es una vista en despiece de una viga de múltiples láminas, teniendo las paredes delantera y trasera orificios de fijación y ranuras de ubicación de pared, con una o más de las tres paredes de cizalla que tienen pestañas de acoplamiento de ranura que se ubican en las ranuras de ubicación de pared y donde el accesorio tiene pasadores que encajan en los orificios de fijación.

40 La Fig. 24 es una vista en corte transversal de una viga de múltiples láminas, donde las paredes de cizalla horizontales intermedia e inferior forman esquinas perpendiculares no redondeadas con las paredes delantera y trasera, pero la pared de cizalla horizontal superior ilustrada forma esquinas no redondeadas que están a 5-10 grados desde un ángulo perpendicular, o más preferiblemente de 2 a 5 grados desde un ángulo perpendicular.

45 Las Figs. 25-26 son vistas en perspectiva y en corte transversal de una viga de aluminio extruido de la técnica anterior con diseño de doble tubo y brida frontal hacia arriba.

Las Figs. 27 a 28 son vistas en perspectiva y en corte transversal de una viga de acero perfilada de la técnica anterior con diseño de doble tubo y esquinas redondeadas.

La Fig. 29 es una vista similar a la Fig. 28, pero después del impacto inicial donde las esquinas redondeadas comienzan a colapsar.

La Fig. 30 es una vista en perspectiva de una técnica anterior, donde la viga de refuerzo con un perfil de corte transversal coincide con la viga en la Fig. 28 (que está perfilada de una sola lámina de acero), donde la viga tiene tapas de extremo soldadas en extremos cortados en ángulo para definir los extremos exteriores de la pared frontal.

5 La Fig. 31 es una vista en perspectiva de una viga dimensionalmente similar a la Fig. 30, pero donde los extremos externos se forman preformando los extremos exteriores de la pared frontal y las paredes de cizalla (en lugar de utilizar operaciones secundarias de corte y soldadura).

10 Las Figs. 32 a 34 son pruebas de viga de la técnica anterior, donde la Fig. 32 muestra una prueba de flexión de tres puntos, donde la Fig. 33 muestra una prueba de impacto de parachoques de línea central con desviación cero (también llamada "prueba de impacto de superposición de 100% de IIHS"), y donde la Fig. 34 muestra una prueba de impacto de superposición de línea central de desplazamiento de 73.2 mm.

15 Las Figs. 35-36 son gráficos que comparan el ahorro de masa de una viga de aluminio de múltiples láminas (véanse las Figs. 4 y 6) sobre una viga de aluminio extruido (véase la Fig. 25), donde la Fig. 35 compara la masa para vigas que encajan en un mismo espacio de paquete y rendimiento de prueba de impacto de parachoques de IIHS equivalente; donde la Fig. 36 compara la masa de viga para las vigas que encajan en un mismo espacio del paquete y que tienen resultados similares de prueba de flexión.

20 Las Figs. 37-39 son gráficos que comparan el ahorro de masa de una viga de acero de múltiples láminas de corte transversal constante (véase la Fig. 4) y una viga de acero de múltiples láminas de corte transversal variado (véase la Fig. 6) sobre una viga de acero perfilada (véase la Fig. 27), donde la Fig. 37 compara el ahorro de masa para las vigas que encajan en el mismo espacio del paquete y que tienen un momento de flexión equivalente; donde la Fig. 38 compara el ahorro de masa para las vigas que encajan en el mismo espacio del paquete y que tienen un rendimiento equivalente de prueba de impacto de superposición del 100% de IIHS; y donde la Fig. 39 compara el ahorro de masa para las vigas que encajan en un mismo espacio de paquete y que tienen un rendimiento equivalente de prueba de impacto de superposición de desplazamiento de 73.2 mm de IIHS.

25 Las Figs. 40-41 son vistas en planta y laterales de una soldadura MIG tradicional en la técnica anterior, donde la vista muestra un cordón de soldadura y una zona afectada por el calor (también llamada "región HAZ") que se extiende a 5-15 mm (o más) desde el borde, donde la región HAZ tiene propiedades de material significativamente reducidas debido al calor generado durante el proceso de soldadura, lo que lleva a características de rendimiento de impacto significativamente reducidas.

30 La Fig. 42 es una vista en perspectiva de una soldadura láser típica de la técnica anterior, que incluye una región HAZ más pequeña.

Las Figs. 43-44 son vistas lateral 1^{ra} y 2^{da}, y la Fig. 45 es una vista en perspectiva, de un proceso de soldadura de transferencia de metal frío (CMT) que usa un rayo láser para soldar un cable frío introducido en el área de soldadura, donde el proceso de soldadura CMT minimiza la zona afectada por el calor alrededor de la soldadura a menos de aproximadamente 3 mm, y potencialmente a menos de aproximadamente 1.5 mm.

35 Las Figs. 46-47 son vistas laterales de un proceso de soldadura por fricción y agitación (FSW) que utiliza una herramienta de rotación/movimiento que causa soldadura en estado sólido, donde el proceso FSW elimina o casi elimina la zona afectada por el calor alrededor de la soldadura.

40 Las Figs. 48-50 muestran la fijación y soldadura de las láminas múltiples para formar una viga, donde la Fig. 48 muestra la soldadura de una primera pared de cizalla a las paredes delantera y trasera, donde las Figs. 49-50 muestra la soldadura de paredes de cizalla adicionales.

Descripción detallada de realización preferida

45 Debe entenderse que muchos de los conceptos innovadores presentes están interrelacionados y se pueden combinar de diferentes maneras para generar una amplia variedad de diseños de vigas diferentes. Al mismo tiempo, los expertos en la técnica entenderán que no es posible ilustrar cada viga posible que podría construirse usando estos principios. Por consiguiente, los expertos en la técnica entenderán que la amplia variedad de vigas puede construirse usando características seleccionadas de cualquiera de las diversas realizaciones ilustradas. Por lo tanto, las ilustraciones actuales no pretenden ser exhaustivas, ni limitantes.

50 En las siguientes figuras, se describen las vigas de múltiples láminas (también llamadas "vigas de múltiples tiras" o "vigas de refuerzo de parachoques" o "segmentos de vigas") como hechas de material de alta resistencia (láminas de aluminio o acero) soldadas entre sí. Típicamente las vigas tienen propiedades y espesores de pared colocadas de manera óptima en ubicaciones estratégicas para brindarles una excelente resistencia al impacto mientras minimiza el peso según sea necesario para aplicaciones específicas de vehículos. También se discuten novedosos

procesos de soldadura para formar zonas de bajo efecto de calor alrededor del área soldada de las vigas, particularmente alrededor de las esquinas perpendiculares no redondeadas formadas por el apoyo de las láminas adyacentes, y se describe un sistema novedoso de fijación relacionado para mantener las láminas juntas durante la soldadura. Tal como se usa aquí, el término "esquina no redondeada" (o "esquina con radio cero") se usa para

5 indicar una esquina formada por un borde de una primera lámina que se apoya con un no-borde (cuerpo) de una segunda lámina, donde la estructura que se apoya en la esquina define un ángulo de aproximadamente 90 grados (por ejemplo, dentro de 5-10 grados de perpendicular), y donde la estructura que se apoya en la esquina no incluye un radio formado por material de lámina que se "laminaría" o se tornaría inestable durante un impacto lateral en la viga en la esquina.

10 La viga 100 (Figs. 1-3) ésta hecha de cinco láminas de aluminio, que incluyen láminas que forman su pared 101 frontal, pared 102 trasera, pared 103 de cizalla horizontal superior, pared 104 de cizalla horizontal intermedia, y pared 105 de cizalla horizontal inferior. Las paredes 103-105 de cizalla son generalmente planas, (pero son preformadas para tener bordes frontales y traseros no lineales). Las paredes 101 y 102 delantera y trasera se acoplan y se aseguran de forma coincidente a los bordes mediante soldaduras continuas, tal como las soldaduras

15 ubicadas en las seis esquinas 106 no redondeadas (Fig. 3) formadas cuando las láminas relacionadas ortogonalmente se apoyan. Las paredes 101 y 102 delantera y trasera están preformadas para incluir los orificios 107 de unión en la pared 102 trasera (también denominada "estructura de unión" aquí, y está diseñada para incluir soportes soldados con orificios) y los orificios 108 de acceso en la pared 101 frontal, y cualquier otra característica deseada, tal como el orificio 109 de montaje de accesorios. Se contempla que se pueden preformar (es decir perfilar, perforar, punzar o estampar) las paredes 101 y 102 delantera y trasera (u otras paredes), y que pueden no ser planas o planas (por ejemplo, cuando no están sometidas a tensión) pero suficientemente flexibles para adoptar la forma de los bordes cuando el accesorio de soldadura las desplaza para que se enganchen. (Véase, por ejemplo, el accesorio en las Figs. 50-52). Las bridas 110 hacia arriba y bridas 111 hacia abajo en las paredes 101 y 102

20 delantera y trasera se extienden por encima y por debajo de las paredes 103 y 105 de cizalla superior e inferior, respectivamente.

La viga 100 (Fig. 3) ilustrada puede, por ejemplo, tener láminas más gruesas que forman la pared 101 frontal y la pared 102 trasera, y las láminas más delgadas que forman las paredes 103-105 de cizalla. Por ejemplo, cuando se usa aluminio, las paredes 101-102 delantera y trasera puede ser de 2mm-5mm de material espeso, o más preferiblemente 2mm-3mm de espesor, y puede ser 551.6 N/mm² (80ksi) de material de resistencia a la tracción, o más preferiblemente 827.4 N/mm² (120 ksi) de resistencia a la tracción (o más, especialmente la pared frontal); mientras las paredes 103-105 de cizalla pueden ser 1.5 mm-3mm de material espeso, o más preferiblemente 1.5 mm-2.2mm de espesor, y puede ser 413.7 N/mm² (60 ksi) de material de resistencia a la tracción o más preferiblemente 496.4 N/mm² a 599.8 N/mm² (72 ksi a 87 ksi) de resistencia de rendimiento. Se observa que el aluminio puede seleccionarse entre aluminio de muy alta resistencia, que incluye el aluminio que es mucho más

30 resistente que las calidades extruibles de aluminio. Cuando se usa acero en lugar de aluminio, las paredes 101-102 delantera y trasera puede ser 1.0mm-4mm de material espeso, o más preferiblemente 1.2-2.0mm de espesor, y puede ser 1310 N/mm² (190 ksi) de material de resistencia a la tracción, o más preferiblemente 1516.8 N/mm² a 1723.7 N/mm² (220 ksi a 250 ksi) de resistencia a la tracción o más (por ejemplo materiales de martensita y materiales de ultra alta resistencia); y las paredes 103-105 de cizalla pueden ser 0.8-3 mm de material espeso, o más preferiblemente 1-1.5mm de espesor, y puede ser 1310 N/mm² (190 ksi) de material de resistencia a la tracción, o más preferiblemente 1516.8 N/mm² a 1723.7 N/mm² (220 ksi to 250 ksi) de material o más. Una proporción de espesores de las paredes 101-102 delantera y trasera a las paredes 103-105 de cizalla puede ser importante para el coste total y/o la función de la viga. Por ejemplo, las proporciones de espesor de las paredes 101-102 delantera y trasera a las paredes 103-105 de cizalla están preferiblemente en un intervalo entre una proporción de 2:1 hasta una proporción de casi 1:1. Una dimensión exterior del segmento 100 de viga puede ser de 90 mm-150 mm de altura y 30 mm-80 mm de proa a popa (profunda), pero se observa que la viga puede ser de cualquier tamaño o forma para su función prevista o entorno previsto. Una longitud del segmento 100 de viga ilustrado coincide con la dimensión de un carro transversal de un vehículo para el cual está destinado.

Se observa que solo ciertas clases de material de aluminio son extruibles. Los materiales de aluminio que tienen la mayor resistencia a la tracción no son extruibles y, por lo general, no se pueden soldar. Al utilizar los conceptos innovadores actuales, que incluyen las técnicas de soldadura, las vigas pueden fabricarse de aluminio más resistente que las clases de aluminio "extruible". Esto permite que las vigas se fabriquen utilizando un intervalo mucho más amplio de materiales de aluminio que la que se puede procesar mediante procesos de extrusión, incluyendo el uso de materiales de aluminio más resistentes y/o materiales de lámina de aluminio delgado/más

50 espeso/de múltiples espesores. En particular, los aluminios de mayor resistencia conducen a vigas de menor peso al tiempo que mantienen las propiedades de resistencia.

El presente aparato (y los métodos relacionados) tienen muchas ventajas, que incluyen un coste de capital relativamente bajo para el equipo, tiempos de espera reducidos para el equipo, es fácil de automatizar (lo que conlleva menores costes de mano de obra) y, potencialmente, proporciona un inventario en proceso reducido y procesamiento secundario reducido. Al mismo tiempo, el presente aparato es flexible y capaz de producir una amplia

60 gama de formas de vigas, que incluyen vigas que tienen esquinas perpendiculares no redondeadas (también

llamadas "esquinas de radio cero") adecuadas para una resistencia óptima al impacto, vigas que tienen paredes discontinuas , vigas que tienen láminas más gruesas y más delgadas ubicadas estratégicamente (o que tienen láminas de mayor resistencia y menor resistencia ubicadas estratégicamente) en ubicaciones a lo largo de la viga para proporcionar las mejores propiedades funcionales. También permite la formación de bridas hacia arriba (y hacia abajo) que se extienden por encima (o por debajo) de la viga, lo que a veces es deseado por los fabricantes de vehículos. Tales bridas pueden ayudar al vehículo del fabricante a pasar las pruebas de impacto, pueden soportar la fascia y pueden servir como sitios de montaje para diversos componentes, sensores y accesorios.

El segmento 100 de viga ilustrado (Fig. 3) tiene una brida 110 hacia arriba que se extiende por encima de la pared 101 frontal. Esto a veces lo especifica el fabricante del vehículo con el fin de proporcionar soporte a los componentes adyacentes, tal como el soporte para la fascia de extremo frontal o para soportar un clip de sujeción o un clip de cable. Se observa que la brida 110 hacia arriba puede tener una altura consistente, o puede aumentarse cerca de un centro del vehículo o incrementarse en ubicaciones seleccionadas a lo largo de su longitud.

Además, la viga 100 ilustrada tiene esquinas no redondeadas (también denominadas a veces "esquinas cuadradas" o "esquinas en forma de T") donde un borde de una lámina se apoya en un lado de otra lámina en un ángulo perpendicular de 90 grados. (La frase "esquinas no redondeadas" se usa aquí para referirse a las esquinas de 90 grados formadas por las láminas planas que se apoyan, pero se pretende que incluyan esquinas que varían ligeramente de 90 grados, como 85 grados o incluso 80 o 75 grados (véase la Fig. 24.) Esto contrasta con las vigas perfiladas tradicionales que necesariamente tienen esquinas redondeadas (véanse las Figs. 27-28, y la Fig. 29 donde las esquinas redondeadas conducen a un colapso temprano tras el impacto). En vigas perfiladas que tienen esquinas redondeadas, el radio interior típicamente tiene que ser mayor que al menos aproximadamente 4 veces el espesor del material para evitar cizallar o fracturar el material en la esquina cuando se dobla en la forma de la esquina. Las esquinas redondeadas tienden a rodar y proporcionan una resistencia inicial al impacto "más suave" o más baja, y por lo tanto un potencial para una mayor tendencia de colapso catastrófico debido a la existencia del radio (véase la Fig. 29). En contraste, la viga 100 ilustrada con esquinas no redondeadas no tiene ningún radio de esquina. Esto proporciona ventajas al impactar, ya que las esquinas cuadradas proporcionan un aumento inmediato y agudo en su resistencia al impacto (comúnmente conocida como "resistencia al impacto altamente eficiente" ya que se absorbe una cantidad de energía generalmente mayor que en los sistemas de viga de impacto que tienen una eficiencia menor de resistencia al impacto). Por lo tanto, la resistencia de una viga contra un colapso catastrófico se mejora por la existencia de esquinas no redondeadas. Se contempla que, aunque se prefieran esquinas no redondeadas en las vigas innovadoras actuales, algunas vigas podrían desarrollarse con algunas esquinas redondeadas. Por ejemplo, se podría formar una viga utilizando una sola lámina para formar las paredes frontal, superior e inferior (es decir, con las esquinas redondeadas que se unen a las mismas), con láminas adicionales que forman la pared posterior y la pared de cizalla intermedia (y que tienen esquinas no redondeadas).

A continuación, se describen vigas adicionales, con componentes, rasgos, características y atributos similares que se identifican utilizando el mismo número pero con la adición de una letra como "A", "B", etc. Esto se hace para reducir la discusión redundante y no para otro propósito.

Las Figs. 4-5 muestran una viga 100A similar a la viga 100, pero con nervaduras 114A de canal en su pared 101A frontal, una nervadura 114A de canal que está centrada sobre cada sección tubular de la viga 100A. Las pruebas muestran que las nervaduras 114A de canal ayudan a estabilizar la pared frontal durante un impacto, lo que lleva a una resistencia al impacto mejorada y/o una resistencia a la flexión mejorada sobre una viga (100) idéntica sin las nervaduras 114A de canal. Las nervaduras 114A de canal pueden ser tan profundas o poco profundas como se desee en la viga para fines funcionales. (Compárese las nervaduras en las Fig. 5 y 17). La nervadura 114A preferida de canal ilustrada se extiende alrededor del 25% del ancho de la sección tubular subyacente, y la nervadura 114A de canal es tan profunda como ancha. Sin embargo, se contemplan diferentes profundidades de canal, que incluyen la necesidad de hacer que la nervadura 114A del canal sea tan profunda que una parte inferior de la nervadura 114A de canal se apoye sobre la lámina formando una pared 102A trasera de la viga 100A. Las paredes 103A-105A de cizalla ilustradas tienen bordes que definen una forma longitudinal de la viga, a veces denominada como su barrido. La pared 101A frontal está formada para coincidir con una forma de los bordes de las paredes 103A-105A de cizalla. La pared 102A trasera puede ser relativamente plana (cuando no sufre tensión) y deformarse durante la fijación a una forma del borde trasero de las paredes 103A-105A de cizalla (o se puede preformar para darle forma). Los bordes ilustrados de las paredes 103A-105A (Fig. 4) son no lineales pero generalmente paralelos, de manera que una longitud de la viga define dimensiones de corte transversal constantes.

Una viga 100B modificada (Figs. 6-8) es similar a la viga 100A (Figs. 4-5) pero la viga 100B (Figs. 6-8) tiene paredes 103B-105B de cizalla con bordes no paralelos, de modo que su forma de corte transversal cambia a lo largo de una longitud de la viga 100B. Por lo tanto, viga 100B tiene una dimensión de corte transversal más grande (más profunda) en una dirección de profundidad en su región central (Fig. 8), y una dimensión de corte transversal más estrecha (menos profunda) en una dirección de profundidad en sus extremos exteriores (Fig. 7). Esta viga 100B proporciona una apariencia más aerodinámica al extremo delantero del vehículo. Se observa que el refuerzo del parachoques no requiere una resistencia a la flexión tan alta en las monturas estructurales en los extremos de la viga, donde la viga está atornillada al marco del vehículo o a los tubos de aplastamiento del vehículo. En contraste,

cerca de un centro de la viga 100B, es deseable tener un mayor momento de flexión (es decir, una forma de corte transversal más grande) con el fin de pasar las pruebas de impacto de superposición de compensación IHS. (Véase la Fig. 34.) La viga 100B puede tener una sección central de menor barrido (es decir, un radio más grande cuando se ve desde arriba) y secciones de extremo más agudamente barridas (es decir, radios más pequeñas cuando se ve desde arriba).

Las láminas en vigas pueden tener diferentes espesores y resistencias según se desee para un rendimiento óptimo, y también una lámina en particular podría tener diferentes segmentos de lámina soldados entre sí de extremo a extremo. Por ejemplo, una viga 100C (Fig. 9) tiene una lámina 102C posterior con una porción 102C' central hecha de acero que tiene un espesor de 2 mm y que tiene aproximadamente 16-20 pulgadas de largo. Las láminas 102C" exteriores, por ejemplo, podrían ser de un material de acero similar pero teniendo un espesor más delgado, tal como 1.0-1.5 mm de espesor. Las láminas 102C' y 102C" están soldadas entre sí, tal como a lo largo de la línea de soldadura láser, para formar una lámina "híbrida" continua que se extiende a lo largo de la viga 100C. La pared 102C trasera híbrida resultante podría resultar en una gran cantidad de ahorros de masa de material. Se puede hacer una misma disposición en una pared 101C frontal, o en paredes 103C-105C de cizalla.

La viga 100D (Fig. 10) es similar a la viga 100C, pero en la viga 100D, una porción 102D' central trasera no está conectada a una porción 102D" exterior trasera. En cambio, hay un espacio entre las porciones 102D' y 102D", tal como brechas que generalmente miden aproximadamente 4-10 pulgadas de largo. Además, una pared 104D de cizalla horizontal intermedia es similar en longitud a la lámina 102D' trasera central, pero notablemente puede ser algo más larga que la lámina 102D' trasera central de manera que los extremos de la lámina 102D trasera central no se alineen con los extremos de la pared 104D de cizalla. Esto se hace para evitar afectar adversamente la resistencia a la flexión de la viga en ese punto. Los extremos exteriores de la pared 104D de cizalla horizontal intermedia se extienden en un ángulo externo a medida que se extienden desde la pared 102D trasera hacia la pared 101D frontal. Notablemente, se contempla que los extremos de la pared 104D de cizalla intermedia pueden ser lineales, o curvados, o de otro modo, cualquier forma deseada para optimizar la resistencia de la viga y las propiedades de impacto mientras se minimiza el peso de la viga.

La viga 100E (Fig. 11) incluye una pared 101E frontal preformada que tiene secciones 101E' de extremo deformadas hacia atrás que definen una línea 101E" de plegado vertical. La línea 101E" de plegado no es un plegado pronunciado, sino que se forma una curva gradual para evitar la concentración de tensión y para proporcionar una buena transición desde el centro hasta los extremos de la viga. La pared 101E frontal puede o no incluir nervaduras (114A) de canal, y éstas pueden o no extender la longitud de la viga. Una pared 104E de cizalla horizontal intermedia ilustrada está escorzada y tiene porciones de extremo de forma cóncava. Las paredes 103E y 105E de cizalla horizontal superior e inferior son relativamente planas, pero tienen un borde frontal que coincide con la forma de la pared 101E frontal. El borde posterior de las paredes 103E-105E de cizalla no es lineal y no es paralelo y generalmente está curvado para definir una forma deseada. La lámina para una pared 102E trasera es relativamente plana y flexible, de modo que es plana cuando no está tensionada, pero se dobla para que coincida con la forma del borde trasero de las paredes 103E-105E de cizalla cuando está fijada y presionada contra ella. (Véanse las Figs. 1, 4, 6 y 48-50).

La viga 100F (Figs. 12-13) está hecha de siete láminas de aluminio. Una pared 104F de cizalla horizontal intermedia de cizalla se extiende a y forma parte de las superficies delantera y trasera de la viga 100F. Dos láminas 101F' y 101F" delanteras superior e inferior se combinan con la punta delantera de la pared 104F de cizalla horizontal intermedia para formar una pared 101F frontal. Dos láminas 102F' y 102F" traseras superior e inferior se combinan con la punta trasera de la pared 104F de cizalla horizontal intermedia para formar la pared 102F trasera de la viga 100F. Las paredes 103F y 105F de cizalla horizontal superior e inferior apoyan las superficies internas de la combinación de la pared 101F frontal y la combinación de la pared 102F trasera. Se observa que la soldadura por fricción y agitación descrita a continuación (véanse las Figs. 46-47) está particularmente bien adaptada para unir la soldadura central en la viga 100F de una manera que mantiene una superficie frontal "plana" lisa. La Fig. 13 es una vista ampliada de un área IVIX en círculo en la Fig. 12 en el centro de viga 100F (una esquina en T). Notablemente, preferiblemente se usa un proceso de soldadura para que ningún material de soldadura se extienda más allá de la esquina soldada. Replanteado, esencialmente no hay cordón de soldadura. En su lugar, todo el material de soldadura se captura dentro de la esquina como se ilustra, y por lo tanto, la superficie frontal (y/o la superficie posterior si se usa una soldadura similar) es "plana".

En la viga 100F (Fig. 13), todas las láminas que se apoyan tienen un espesor similar. Sin embargo, en una viga 100G modificada (Fig. 14), las diferentes láminas que forman la esquina tienen diferentes espesores. Por lo tanto, la viga 100G tiene materiales diferentes o materiales de espesor diferente de arriba a abajo en una lámina determinada. Esta viga 100G presenta propiedades novedosas ya que proporciona una resistencia a la flexión menor (o superior) a lo largo de la sección tubular inferior de la viga 100G.

La viga 100H (Fig. 15) es similar a la viga 100B (Fig. 6), pero la viga 100H tiene una dimensión de proa a popa generalmente más delgada a lo largo de su longitud, y una curva más aguda en una pared 101H frontal al pasar de un primer barrido (primera curva) a lo largo del centro de la pared frontal hasta un segundo barrido más agudo

(segunda curva) a lo largo de los extremos exteriores de la pared 101H frontal. Además, una nervadura 114H de canal es menos profunda que la nervadura 114B en viga la 100B. (Compárese la Fig. 17 y la Fig. 8.)

5 La viga 100J (Fig. 18) tiene una forma similar a la viga 100 (Fig. 1), pero la viga 100J tiene una pared 104J de cizalla horizontal intermedia que no es plana. Específicamente, la pared 104J de cizalla tiene una forma ondulada o rizada, con una onda en cada lado del centro. La pared 104J de cizalla puede formar más o menos ondas, o se pueden hacer agudas curvas en zigzag, y también las ondas pueden ser consistentes o inconsistentes en el ancho o la altura de la ondulación.

10 La viga 100K (Fig. 19-21) es similar a la viga 100 (Fig. 1), pero la viga 100K tiene una pared 103K de cizallamiento superior en forma de arco, y las paredes 101K y 102K delantera y trasera coinciden con su forma. Por lo tanto, los dos tubos formados por la viga 100K son diferentes en una región central (véase la Fig. 21) pero similares en los extremos de la viga (Fig. 20). En particular, la sección de tubo inferior ilustrada mantiene una forma constante, pero el tubo superior varía de una forma más grande en el centro (Fig. 20) a un tubo más estrecho en los extremos (Fig. 21).

15 La viga 100L (Fig. 22) es similar a la viga 100K, pero una pared 103L de cizalla superior tiene una forma arqueada aún mayor. Se observa que la pared 103L de cizalla superior puede seguir un borde superior de la pared 101L frontal, o podría extenderse en un plano horizontal.

20 La viga 100M (Fig. 23) incluye las paredes 101M y 102M delantera y trasera con los orificios 130M de fijación y las ranuras 131M de ubicación de pared. Los orificios 130M de fijación en las paredes 101M y 102M delantera (y trasera) enganchan los pasadores 132M en una fijación 133M para ubicar con precisión las láminas 101M-105M cuando se colocan en la fijación 133M. Una (o más) de las tres paredes 103M-105M de cizalla tiene pestañas 135M (téngase en cuenta que las pestañas 135M solo se muestran en la pared 104M de cizalla intermedia) que se ubican dentro de las ranuras 131MU de ubicación coincidente de pared, ubicando así exactamente las paredes 103M-105M de cizalla horizontal en las paredes 101M y 102M delantera (y trasera) durante la soldadura. Los orificios 130M de fijación y las estructuras 131M/135M de pestaña-ranura simplifican los accesorios necesarios para el montaje. Se observa que los accesorios también pueden incluir otros dispositivos de sujeción, tales como abrazaderas y soportes mecánicos (que sujetan dos lados de las láminas para sostenerlos), o copas de vacío e imanes (que se acoplan a un lado de las láminas para perforarlos), y/o pueden incluir otros medios conocidos en la técnica para localizar con precisión las partes adyacentes para el montaje soldado. Véanse las Figs. 50-52 descritos a continuación.

30 La viga 100N (Fig. 24) tiene paredes 103N-105N de cizalla horizontal superior, inferior e intermedia que forman esquinas 106N no radiadas con paredes 101N y 102N delantera y trasera. Las paredes 104N y 105N de cizalla horizontales intermedias e inferiores forman esquinas perpendiculares no redondeadas. Sin embargo, la pared 103N de cizalla horizontal superior se extiende en un ángulo con respecto a la horizontal, de manera que forma una esquina no redondeada que está separada aproximadamente 1-10 grados respecto a un ángulo perpendicular, o más preferiblemente con 2-5 grados respecto a un ángulo perpendicular (cuando se usa como una viga de refuerzo de parachoques). Se contempla que la viga 100N podría "voltearse" de modo que la pared en ángulo se encuentre en la parte inferior de la viga cuando está en una posición montada en un vehículo.

40 Las Figs. 25-26 ilustran una viga 500 de aluminio extruido en la técnica anterior usada como una línea de base para la comparación con vigas de múltiples láminas que incorporan los diversos conceptos mencionados anteriormente. La viga 500 incluye las paredes 501-505 delantera, trasera, superior, intermedia e inferior y una brida 506 frontal.

45 Las Figs. 27-28 ilustran una viga 600 de acero perfilada hecha de acero de alta resistencia en la técnica anterior utilizada como línea base para la comparación con vigas de múltiples láminas que incorporan los diversos conceptos mencionados anteriormente. La viga 600 de acero perfilada incluye paredes 601-605 frontal, trasera, superior, intermedia e inferior que definen las esquinas 608 redondeadas e incluye nervaduras 606 de canal sobre los tubos en la viga 600.

La Fig. 29 ilustra un impacto contra la viga 600, donde su forma de corte transversal cambia a medida que comienza a colapsarse durante un impacto. Se observa que la deformación tiende a comenzar en las esquinas no redondeadas, lo que conduce a la inestabilidad en todas las paredes de la viga perfilada y, por lo tanto, conduce a un colapso catastrófico "temprano" de la viga.

50 Una viga 600A (Fig. 30) es similar a la viga 600, pero sus extremos están cortados en ángulo en una operación secundaria, y una tapa 609A está soldada en cada extremo. Las tapas 609A forman un extremo que se extiende hacia atrás con un corte brusco hacia atrás hacia la pared 601A frontal, lo que aumenta la resistencia al impacto lateral y las propiedades deseadas. Sin embargo, las tapas 609A también aumentan el peso total y el coste del parachoques de los procesos secundarios.

Una viga 100P de múltiples láminas (Fig. 31) es similar a la viga 100A (Fig. 4), pero la viga 100P incluye una pared 101P frontal con una sección de extremo exterior que está doblada hacia atrás de manera aguda, e incluye paredes 103P- 105P de cizalla con un borde frontal coincidente para enganchar de manera apoyada la pared 101P frontal. Por lo tanto, la forma de corte en ángulo de la viga 100P se integra en los componentes existentes, eliminando las operaciones secundarias, evitando el peso adicional, y proporcionando una apariencia y función similares a la viga 600A perfilada descrita anteriormente.

Las Figs. 32-34 muestran las pruebas comúnmente utilizadas para medir el rendimiento de las vigas de refuerzo de parachoques. La Fig. 32 ilustra una prueba de flexión de tres puntos utilizada para probar los parachoques. Cuando se probaron, se utilizó un tramo de soporte de 880 mm y objetivos de 7.6kN-m de resistencia de flexión. La Fig. 33 ilustra una prueba de impacto de superposición del 100% de IIHS. La Fig. 34 ilustra una prueba de impacto de superposición de desplazamiento IIHS de 73.2 mm. Notablemente, el desplazamiento provoca una carga torsional significativa en la viga durante el impacto, especialmente cerca de un centro de la viga que está separado de las monturas del vehículo (en los extremos de la viga). IIHS significa Insurance Institute for Highway Safety y se han conocido estándares de pruebas de parachoques ampliamente utilizados en la industria automotriz.

Para resumir un método relacionado de fabricación, donde un método para fabricar la viga de parachoques comprende proporcionar múltiples tiras de propiedades de material seleccionado (potencialmente diferentes) y espesores para formar las paredes delantera, trasera, superior, central e inferior de una viga; cortar los bordes de todas las láminas y formar agujeros en cualquier lámina necesaria (tal como los bordes cortantes de las paredes superior, central e inferior para formar un ancho variado a lo largo de su longitud); dar forma a las paredes según sea necesario (por ejemplo, para formar una nervadura de canal u otra característica en la pared frontal); fijar las paredes delantera y trasera en contacto que se apoyan con una o más de las paredes superior, central e inferior; soldar las mismas juntas; y repetir los pasos de fijación y soldadura con el resto de las paredes superior, central e inferior.

La Fig. 35 es un gráfico que compara la masa de la viga para una viga 100A de múltiples láminas de profundidad constante (Fig. 4) y una viga 100B de múltiples láminas de profundidad variable (Fig. 6) en comparación con una viga 500 de aluminio extruido objetivo (Fig. 25). Las vigas 100A, 100B y 500 encajan en el mismo espacio del paquete del vehículo y tienen un rendimiento equivalente de prueba de impacto del parachoques IIHS. Las vigas 100A y 100B utilizaron aluminio de alta resistencia (no extruible) colocado de manera óptima para brindar resistencia y propiedades, y para minimizar el peso. Este estudio sugirió que existe una gran oportunidad para ahorros de masa, ya que la viga 100A ofreció un gran ahorro de masa, y la viga 100B ofreció un potencial de ahorro de masa potencial aún mayor (de aproximadamente 20% de ahorro masivo) mientras se mantiene el mismo rendimiento de prueba de impacto IIHS. Al optimizar las propiedades del material a lo largo de la longitud de la viga y alrededor de un corte transversal de la viga, se pueden lograr mayores ahorros de masa con respecto a la viga de aluminio extruido conocida de la técnica anterior, con un ahorro de masa de hasta 34%, como se muestra en la Fig. 36.

La Fig. 37 es un gráfico que compara el momento máximo de flexión por unidad de masa para tres vigas diferentes, que incluye una viga 600 de pata única de línea base (doble tubo) perfilada de la técnica anterior (Fig. 27), hecha de material de acero, una viga 100A de múltiples láminas (Fig. 4) con corte transversal constante y cara con nervadura de canal, y una viga 100B de múltiples láminas (Fig. 6) con corte transversal variado y cara con nervadura de canal. La prueba consistía en medir un momento de flexión máximo por kilogramo. La prueba no se basó en un rendimiento de viga igual ni en una masa de viga igual. Como se muestra, la viga 100B de múltiples láminas con un corte transversal variado proporcionó un momento de flexión mucho mayor por unidad de masa en un 27.4% con respecto a la viga 600 de pata única de línea base de la técnica anterior. Incluso la viga 100A de múltiples láminas con corte transversal constante proporcionó un momento de flexión mejorado por unidad de masa en un 23% sobre la viga 600 de la técnica anterior de línea base.

La Fig. 38 es un gráfico que compara la masa de las vigas en la Fig. 37, teniendo cada una un rendimiento similar en una prueba de impacto de superposición del 100% de IIHS. Específicamente, las vigas incluyen la viga 600 perfilada (tubo doble) de la técnica anterior (Fig. 27), una viga 100A de múltiples láminas (Fig. 4) con corte transversal constante y una viga 100B de múltiples láminas (Fig. 6) con corte transversal variado. La viga 100B proporcionó una reducción de masa del 15.6%, mientras que la viga 100A proporcionó una reducción de masa del 3.3% sobre la viga 600 de línea base de la técnica anterior. Se observa que se utilizaron diferentes combinaciones de espesor de lámina para optimizar el rendimiento.

La Fig. 39 es un gráfico que compara la masa para las mismas tres vigas diferentes en comparación con la Fig. 37, teniendo cada una un rendimiento similar en una prueba de impacto de superposición de 73.2 mm de IIHS, pero donde las vigas tienen una masa diferente para lograr el rendimiento de impacto de compensación. El gráfico muestra que la viga 100B tenía un 22.4% de ahorro de masa con respecto a la viga 600 perfilada de la técnica anterior, al tiempo que proporciona un resultado equivalente de prueba de impacto de superposición de 73.2 mm de IIHS. De nuevo, se observa que se utilizaron diferentes combinaciones de espesor de lámina para optimizar el rendimiento.

Se contempla que se pueden usar nuevos métodos de soldadura para minimizar (casi eliminar) la zona afectada por el calor alrededor de una soldadura. Esto puede ser particularmente importante en las vigas de refuerzo de parachoques usadas en sistemas de parachoques de vehículos, ya que los sistemas de parachoques tienen numerosos estándares de prueba establecidos por las agencias IHS (Insurance Institute Highways Safety standards) y FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards). En particular, los procesos de soldadura y las soldaduras que generan calor elevado también degradan las propiedades físicas del material alrededor y adyacente a la soldadura. Se observa que las resistencias al impacto y la flexión y los estándares de prueba para vigas de refuerzo de parachoques son muy sofisticadas y se relacionan con pruebas de poste, pruebas de péndulo, pruebas de impacto de superposición (simulación de vehículo a vehículo), pruebas de impacto/lesiones de peatones, pruebas de seguridad de los ocupantes, y numerosas otras pruebas.

Las propiedades del material degradado (es decir, áreas de resistencia reducida en aceros o aluminios de alta resistencia) generalmente tienen resistencias al impacto más bajas y menos consistencia de propiedades y absorción de energía menos predecible durante un impacto. La Fig. 40 muestra esquemáticamente el efecto de las zonas afectadas por el calor alrededor de las soldaduras en los procesos de soldadura tradicionales donde el calor se utiliza para crear metal fundido que une los componentes adyacentes. La soldadura MIG ilustrada (o podría ser una soldadura TIG) agrega material 700 de soldadura (también llamado "cordón de soldadura") para unir las láminas 701 y 702 adyacentes. El cordón 700 de soldadura se extiende aproximadamente 3-10 mm hacia afuera desde la reserva de pared que forma la esquina (o plano) siendo soldado. El cordón 700 de soldadura crea un charco o piscina de material de soldadura en y a lo largo de la esquina, pero además causa que una región 704 de alto calor se extienda mucho más lejos que el cordón de soldadura, tal como 15-20 mm hacia afuera desde una esquina que se está soldando. Aún más, dependiendo de la sensibilidad del material, una región 705 afectada adversamente (llamada "zona afectada por el calor" o "HAZ") se extenderá incluso más lejos, tal como 15-25 mm desde la esquina. La soldadura con láser (Fig. 42) también es un proceso de soldadura conocido, donde el material 710 en el lugar de la soldadura se funde con la energía 711 del láser para crear una piscina de material que, cuando se enfría, se une al material adyacente.

Se han encontrado tres procesos de soldadura que controlan la zona afectada por el calor particularmente bien. Estos incluyen soldadura por transferencia de metal frío (CMT) (Figs. 43-45), soldadura por fricción y agitación (FSW) (Figs. 46-47) y soldadura por láser homogénea (no ilustrada). Se observa que cada uno de estos procesos se conoce públicamente y está disponible comercialmente, aunque su uso no está muy extendido a nuestro conocimiento. En particular, no se tiene conocimiento de ninguna viga de refuerzo de parachoques realizada con ninguno de estos procesos, ni de vigas diseñadas para impacto de choque realizadas usando cualquiera de estos procesos.

La soldadura por transferencia de metal frío (CMT) es un proceso promovido y disponible comercialmente por varias compañías, incluyendo por ejemplo, una compañía llamada Fraunhofer. Las Figs. 43-45 ilustran uno (de los varios) procesos de soldadura por transferencia de metal frío, e incluye la capacidad de minimizar la zona afectada por el calor alrededor de la soldadura a menos de aproximadamente 3 mm, y potencialmente a menos de aproximadamente 1.5 mm. El proceso incluye proporcionar energía limitada y enfocada para soldar desde un láser 400 bien calibrado bien enfocado mientras se alimenta una reserva 401 de alambre frío (es decir, sin carga eléctrica) al sitio de soldadura según sea necesario para iniciar la soldadura y para el material de soldadura (ilustrado como las láminas 104F y 102F', de la Fig. 12). En particular, la cantidad de material de soldadura agregado a la soldadura por el alambre 401 frío es mínima (incluyendo un pequeño tamaño del alambre y un movimiento/alimentación potencialmente lento u oscilante del alambre), y además el láser 400 se controla de manera cercana para minimizar el calor acumulado. Por lo tanto, la zona afectada por el calor alrededor del sitio de soldadura es mínima, tal como menos de 3 mm o incluso tan bajo como 1 mm desde la esquina, como se señaló anteriormente. Hay esencialmente un cordón de soldadura cero que se extiende fuera de la esquina soldada.

Las Figs. 46-47 son vistas laterales de un proceso de soldadura por fricción y agitación, que es un proceso disponible comercialmente promovido y vendido por la empresa ESOB. La soldadura por fricción y agitación (FSW) es un proceso de soldadura de estado sólido por lo que casi elimina la pérdida de propiedades de la entrada de calor desde la soldadura. En la soldadura por fricción y agitación, una herramienta 420 se mueve cíclicamente o de manera oscilante de una manera que causa fricción alrededor de una ubicación estrechamente asociada con el sitio 421 de soldadura, causando que el material de las láminas 104F y 102F' y 102F" se una sin material de soldadura adicional, minimizando así el exceso de calor agregado al sitio de soldadura durante la soldadura. No se agrega material exterior al sitio de soldadura. En cambio, el material de las áreas inmediatamente adyacentes se hace lo suficientemente móvil para unir las láminas 104F y 102F' y 102F" adyacentes.

La soldadura por láser homogénea (no ilustrada) es un proceso conocido comercialmente que no requiere una explicación detallada aquí para que los expertos en la técnica puedan comprenderlo. También se puede utilizar para minimizar la acumulación de calor durante la soldadura.

En cada uno de los procesos de soldadura anteriores (soldadura por transferencia de metal frío, soldadura por fricción y agitación, soldadura láser homogénea), se agrega material mínimo o cero al sitio de soldadura. No se deja

que un cordón de soldadura se extienda 3-5 mm desde el sitio de soldadura. Al mismo tiempo, minimizan el calor en el sitio de soldadura, minimizando así la zona afectada por el calor a una distancia muy corta (por ejemplo, unos pocos milímetros) de la esquina que se está soldando.

5 Las láminas 101-105 pueden fijarse de diferentes maneras, dependiendo de la forma de las láminas y el tipo de soldadura utilizada. El accesorio 800 (Fig. 48) usa una base 801 con un bloque 802 vertical, abrazaderas 803 laterales y una abrazadera 804 superior para sostener las láminas 101, 102 y 104 juntas. El proceso de soldadura ilustrado es un proceso de soldadura CMT con láser 400 y cable frío (no mostrado). El proceso se repite en la Fig. 49 utilizando un bloque 805 central adicional para sujetar la lámina 105. Posteriormente, en la Fig. 50, la viga parcial se invierte, y la última lámina 103 se fija mediante el bloque 806 y se suelda. Se contempla que se pueden utilizar
10 muchos métodos y procedimientos de fijación diferentes. Por ejemplo, la viga puede soldarse desde la parte inferior en lugar de estar invertida (no ilustrada, pero véase la Fig. 50), o la viga puede girarse 90 grados y soldarse desde un lado (no ilustrado).

15 Por lo tanto, debe entenderse que pueden realizarse variaciones y modificaciones en la estructura mencionada anteriormente sin apartarse de los conceptos de la presente invención, y además debe entenderse que se pretende que tales conceptos estén cubiertos por las siguientes reivindicaciones. A menos que estas reivindicaciones por su lenguaje expresen expresamente lo contrario.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo de viga de refuerzo construido para impactar en un vehículo que comprende:
- al menos tres láminas de metal alargadas separadas,
- en el que al menos una de las láminas incluye una estructura preformada sobre las mismas,
- 5 en el que las láminas se colocan y se interconectan para definir una viga (100) tubular alargada, que tiene una longitud no lineal y secciones de cortes transversales,
- en el que las secciones de cortes transversales definen las paredes delantera (101) y trasera (102) y al menos dos paredes (103, 104, 105) de cizalla que conectan las paredes delantera (101) y trasera (102),
- 10 **caracterizado porque** al menos dos de las láminas que tienen bordes que se apoyan en las superficies laterales de otras adyacentes de las láminas para formar esquinas (106) soldadas perpendiculares no redondeadas; y
- en el que las porciones de extremo de la viga (100) tubular están configuradas para facilitar el acoplamiento a un vehículo.
2. El artículo de viga de refuerzo de la reivindicación 1, en el que las porciones de extremo incluyen una estructura de montaje en las porciones de extremo para unirse a la estructura de montaje de parachoques de vehículo.
- 15 3. El artículo de viga de refuerzo en cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que al menos una de las láminas de metal es una calidad de aluminio no extruible.
4. El artículo de viga de refuerzo de la reivindicación 3, en el que al menos una lámina de metal tiene una resistencia a la tracción de al menos 827.4 N/mm² (120 ksi).
- 20 5. El artículo de viga de refuerzo de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que al menos una de las láminas de metal es una calidad de acero que tiene una alta resistencia a la tracción de al menos 1310 N/mm² (190 ksi).
6. El artículo de viga de refuerzo en cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la pared (101) frontal no es plana.
7. El artículo de viga de refuerzo de la reivindicación 6, en el que la pared (101) frontal incluye al menos una nervadura (114) de canal que se extiende longitudinalmente a lo largo de la pared (101) frontal.
- 25 8. El artículo de viga de refuerzo en cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que al menos dos de las paredes (103, 104, 105) de cizalla son planas.
9. El artículo de viga de refuerzo en cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la pared (101) frontal incluye una región central que define una primera curvatura y regiones de extremo que definen una segunda curvatura diferente de la primera curvatura.
- 30 10. El artículo de viga de refuerzo de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que al menos una de las paredes frontal (101), trasera (102) y de cizalla (103, 104, 105) es diferente de las otras paredes frontal (101), trasera (102) y de cizalla (103, 104, 105) en espesor, material, resistencia a la tracción o longitud.
- 35 11. El artículo de viga de refuerzo de la reivindicación 10, en el que la pared (101) frontal se extiende a lo largo de la viga (100) y al menos una de las paredes trasera (102) y de cizalla (103, 104, 105) es más corta que la pared (101) frontal.
12. El artículo de viga de refuerzo en cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que las secciones de cortes transversales definen un tamaño tubular más pequeño en los extremos de la viga (100) y un tamaño tubular más grande en el centro de la viga (100).
13. El artículo de viga de refuerzo en cualquiera de las reivindicaciones 1-12, tiene tres paredes de cizalla.
- 40 14. El artículo de viga de refuerzo en cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en el que la pared (101) frontal incluye una brida (110) hacia arriba que se extiende al menos aproximadamente 1.5 mm por encima de una de las paredes (103) de cizalla.

15. El artículo de viga de refuerzo de cualquiera de las reivindicaciones 1-14, en el que al menos una de las esquinas soldadas perpendiculares no redondeadas incluye una zona afectada por el calor que se extiende a menos de 3 mm desde la al menos una esquina.

16. Un artículo de viga que comprende:

5 láminas de metal alargadas, teniendo cada una un cuerpo alargado y bordes opuestos, los cuerpos dispuestos y asegurados entre sí para formar una viga (100) tubular cerrada alargada que tiene una longitud con secciones de cortes transversales no constantes a lo largo de la longitud, a lo largo de la longitud, apoyándose algunos de los bordes adyacentes a los cuerpos para formar esquinas (106) no redondeadas, siendo plano el cuerpo de al menos una de las láminas.

10 17. El artículo de viga en la reivindicación 16, en el que al menos una de las láminas de metal es una calidad de aluminio no extruible.

18. El artículo de viga de la reivindicación 17, en el que la al menos una lámina de metal tiene una resistencia a la tracción de al menos 827.4 N/mm² (120 ksi).

15 19. El artículo de viga en cualquiera de las reivindicaciones 16-18, en el que al menos una de las láminas de metal es una calidad de acero que tiene una alta resistencia a la tracción de al menos 1310 N/mm² (190 ksi).

20. Un artículo de viga de refuerzo que comprende:

20 una pluralidad de al menos tres láminas preformadas separadas colocadas juntas y luego soldadas para formar una viga de caja tubular con paredes verticales frontal (101) y trasera (102) y múltiples paredes horizontales que definen los tubos superior e inferior, un borde de algunas de las láminas que se apoyan en una superficie lateral de una adyacente de las láminas para definir las esquinas (106) no redondeadas frontal y trasera cuando se cortan transversalmente en forma transversal a la longitud de la viga (100).

21. Un artículo de viga que comprende:

25 al menos dos láminas dispuestas para formar una viga (100) tubular que tiene una longitud no lineal y paredes frontal (101) y trasera (102) y al menos una esquina (106) no redondeada adyacente a la pared (101) frontal y soldada utilizando un proceso de soldadura de baja zona de afectación por calor para tener una región de zona de afectación por calor que, en una sección de corte transversal a través de la región, se extienda transversalmente a menos de 3 mm desde la al menos una esquina (106) no radiada.

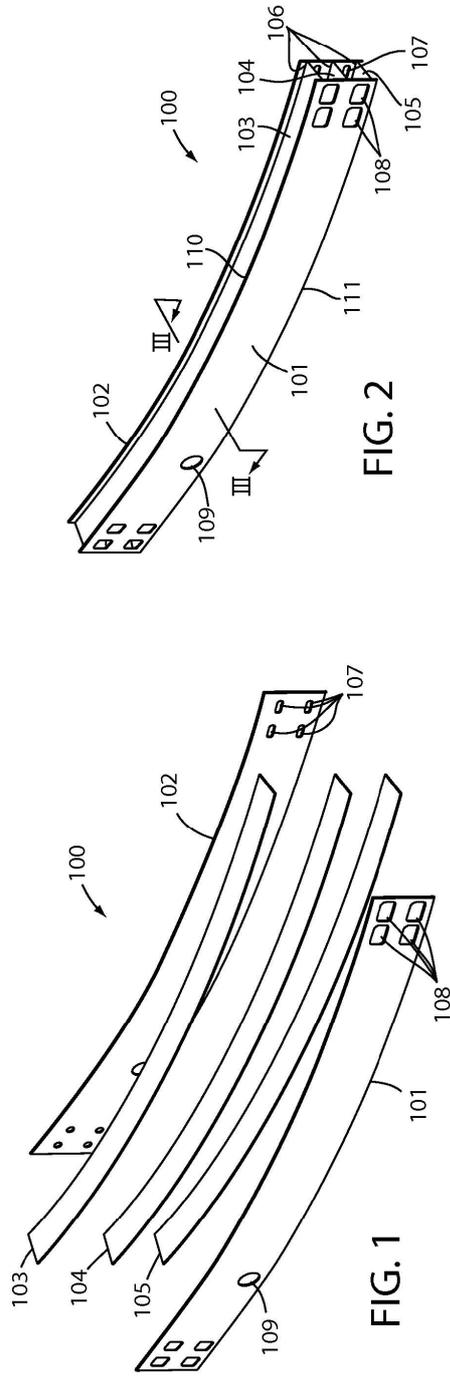


FIG. 2

FIG. 1

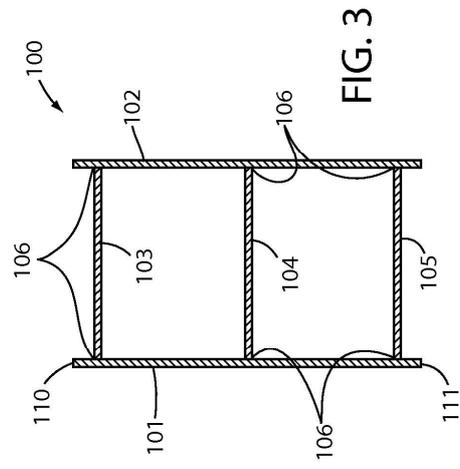


FIG. 3

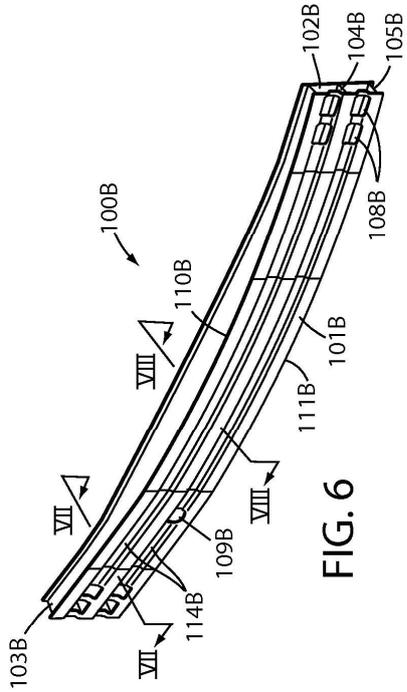


FIG. 6

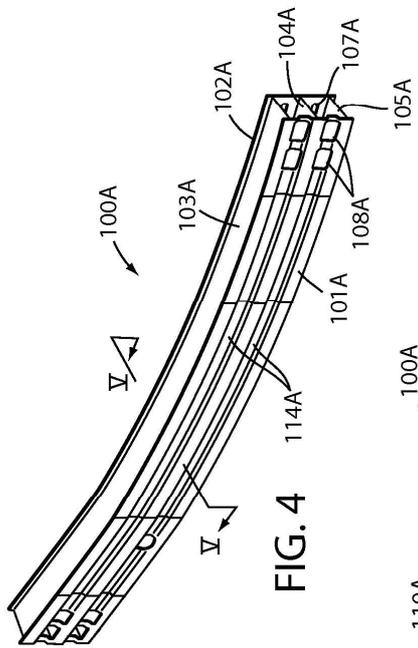


FIG. 4

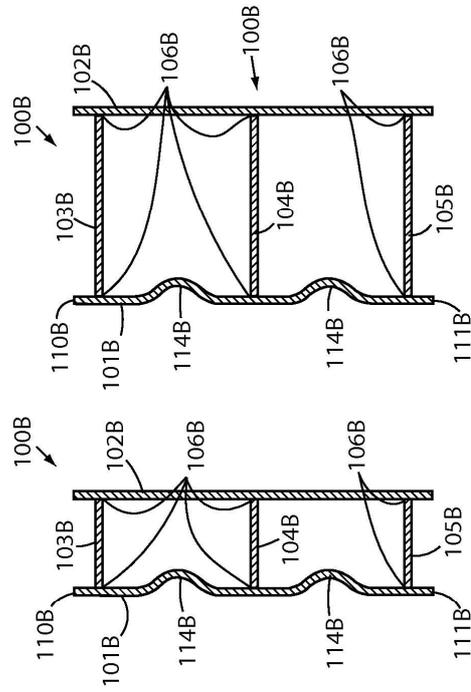


FIG. 7

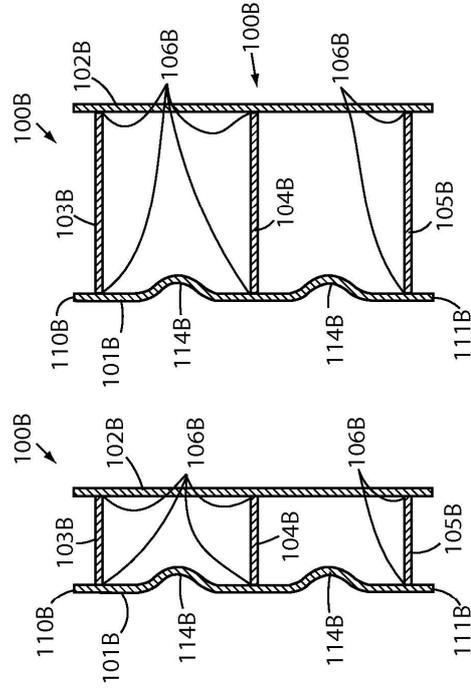


FIG. 8

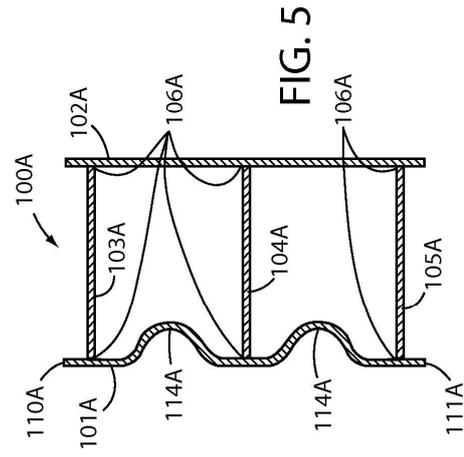


FIG. 5

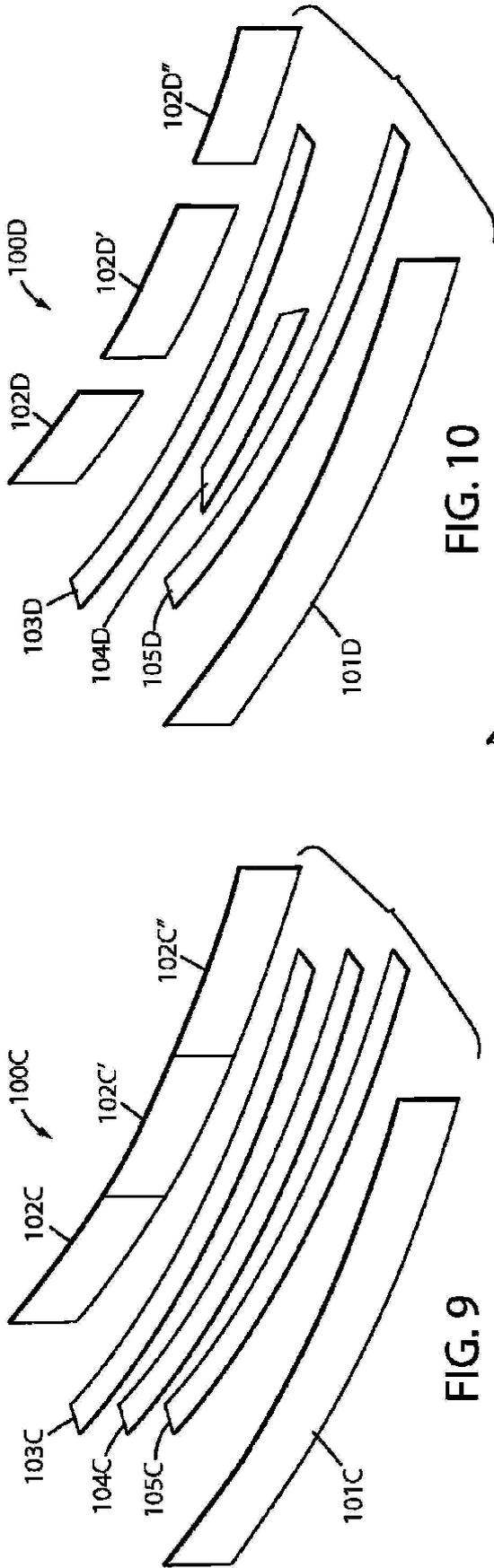


FIG. 10

FIG. 9

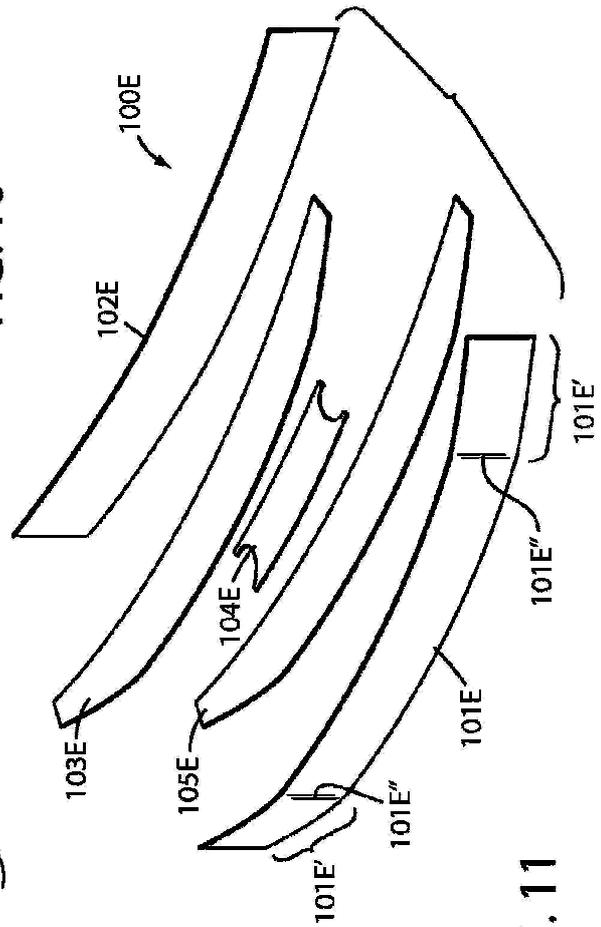


FIG. 11

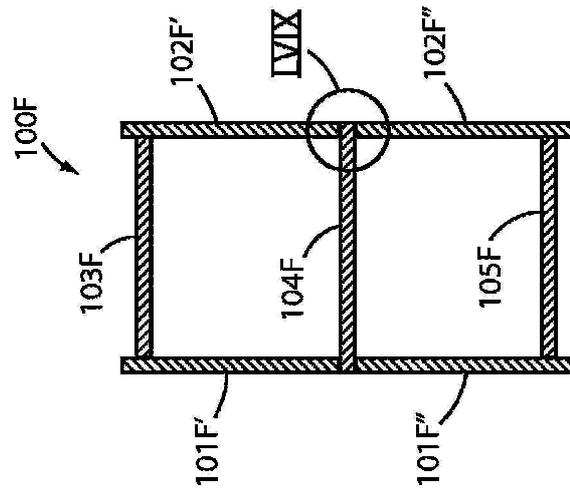


FIG. 12

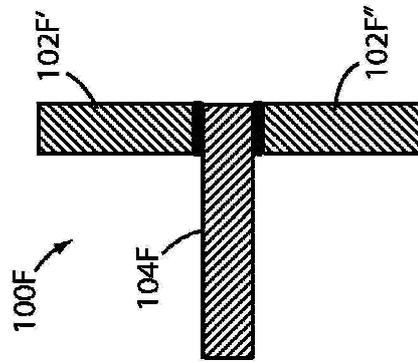


FIG. 13

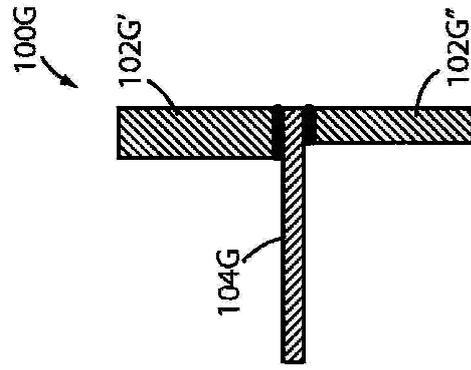


FIG. 14

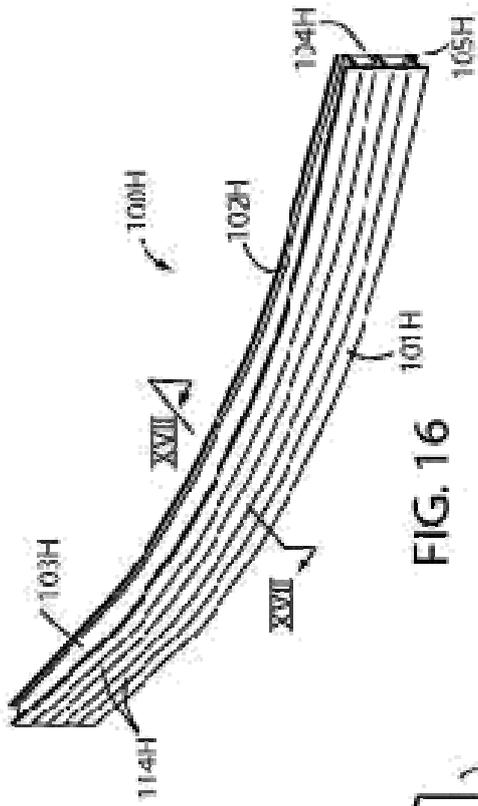


FIG. 15

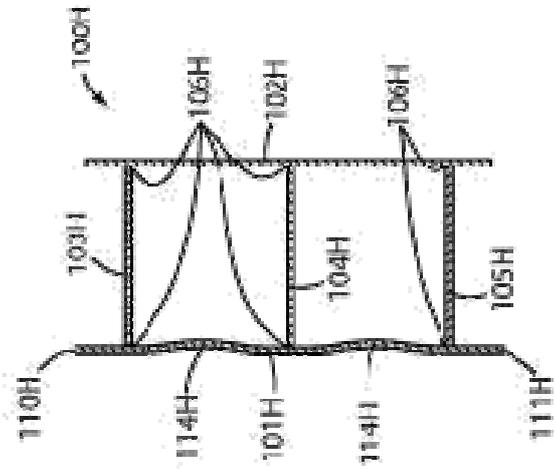


FIG. 16

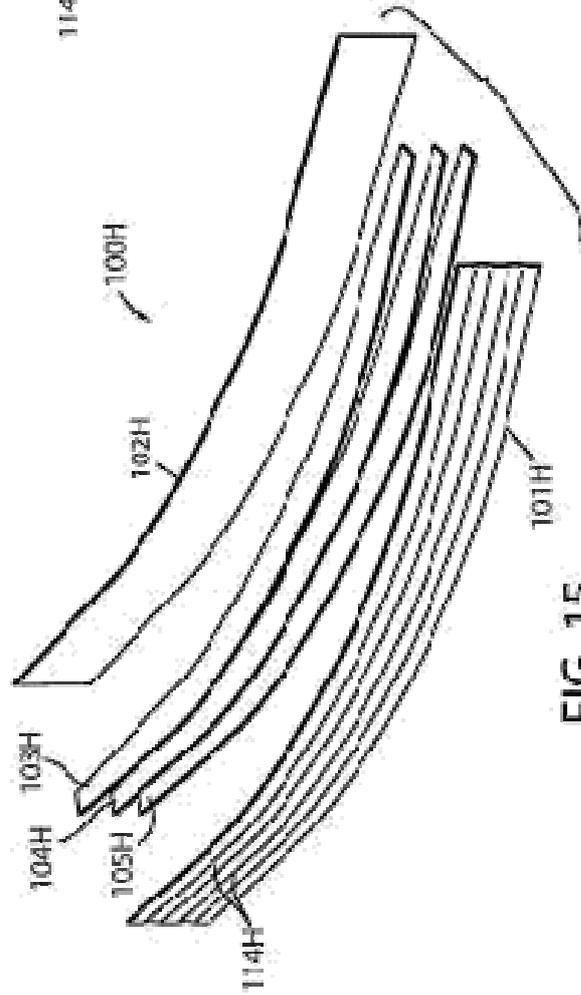


FIG. 17

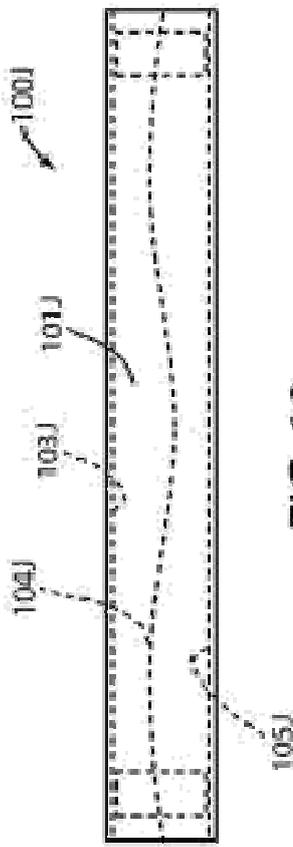


FIG. 18

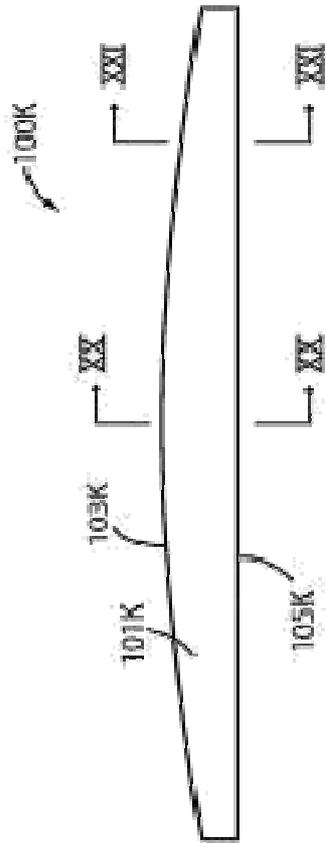


FIG. 19

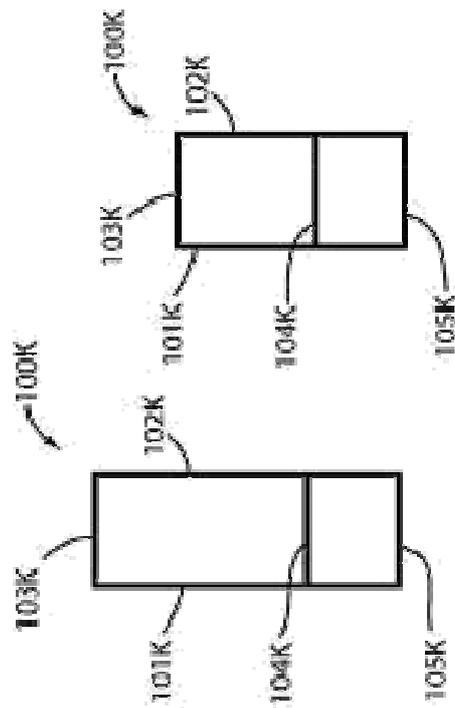


FIG. 20

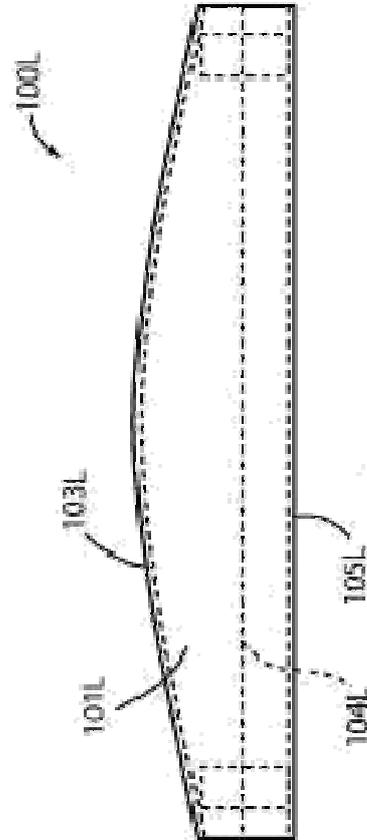


FIG. 21

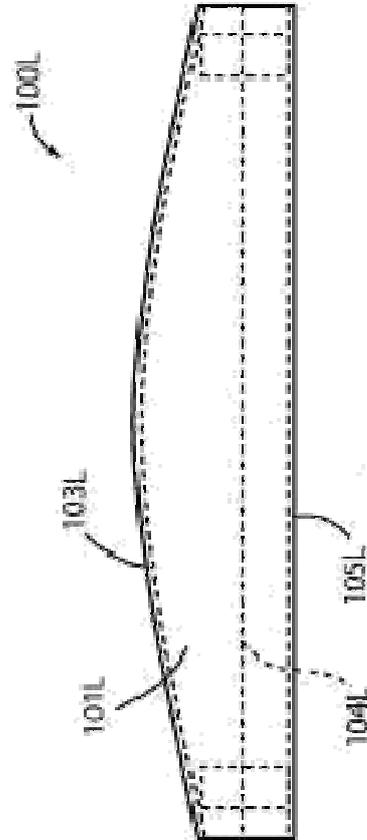


FIG. 22

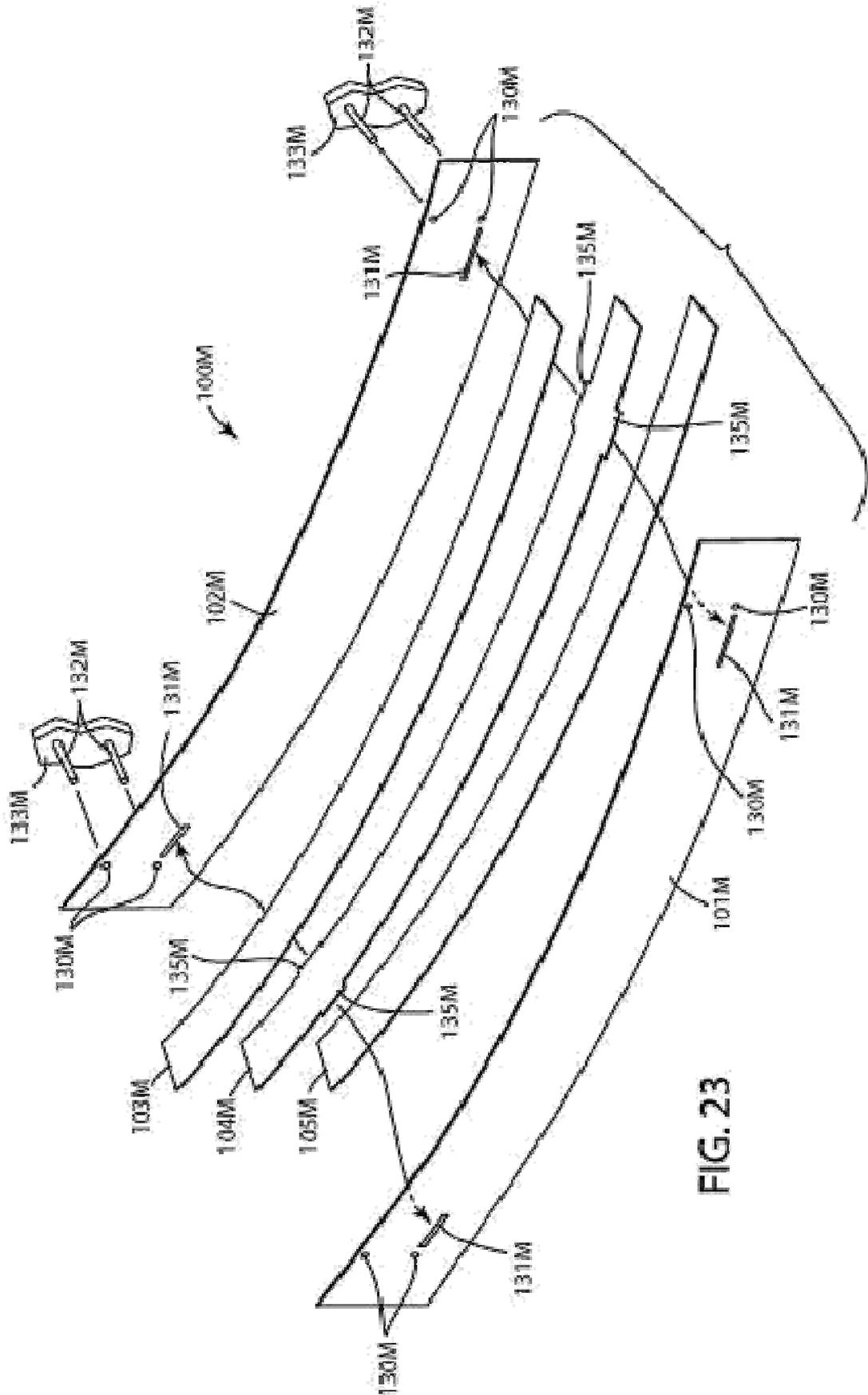


FIG. 23

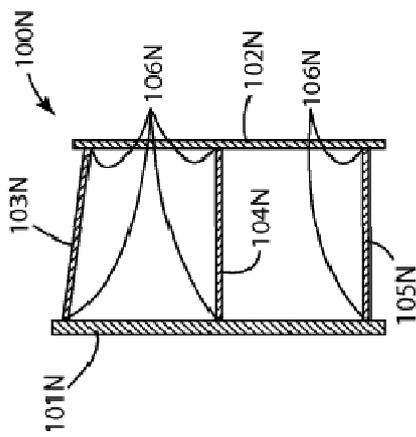


FIG. 24

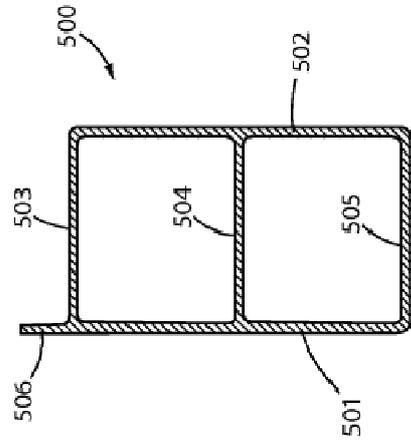


FIG. 26

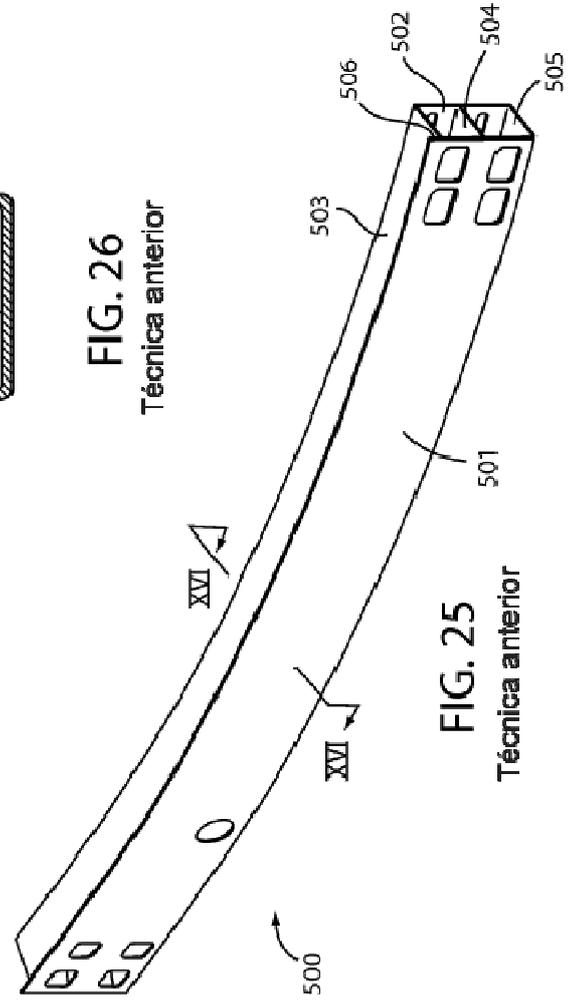


FIG. 25

Técnica anterior

Técnica anterior

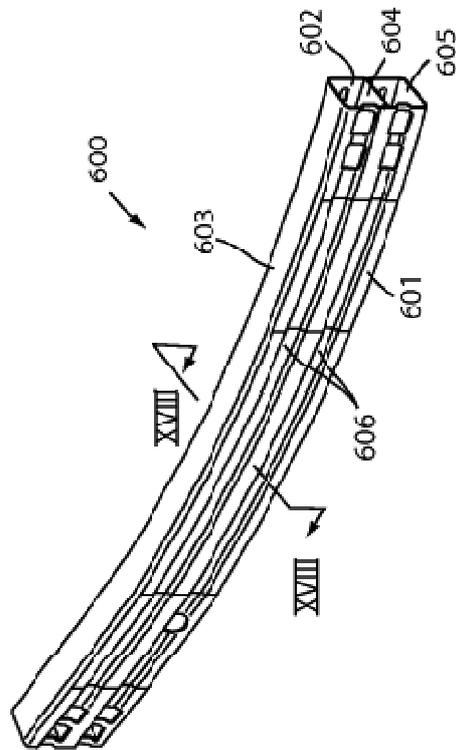


FIG. 27
Técnica anterior

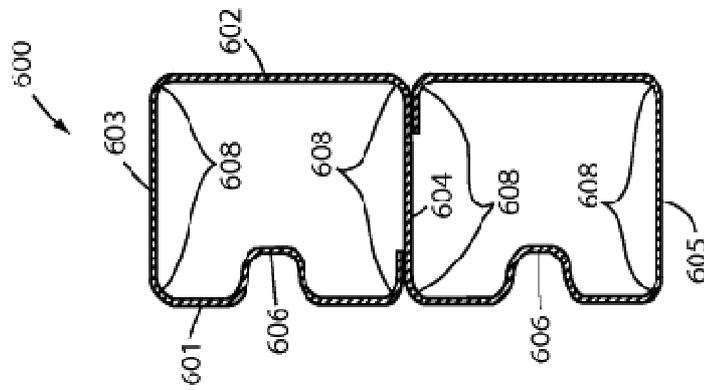


FIG. 28
Técnica anterior

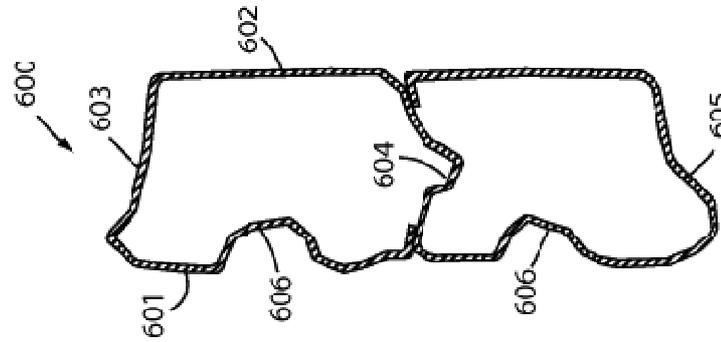


FIG. 29
Técnica anterior

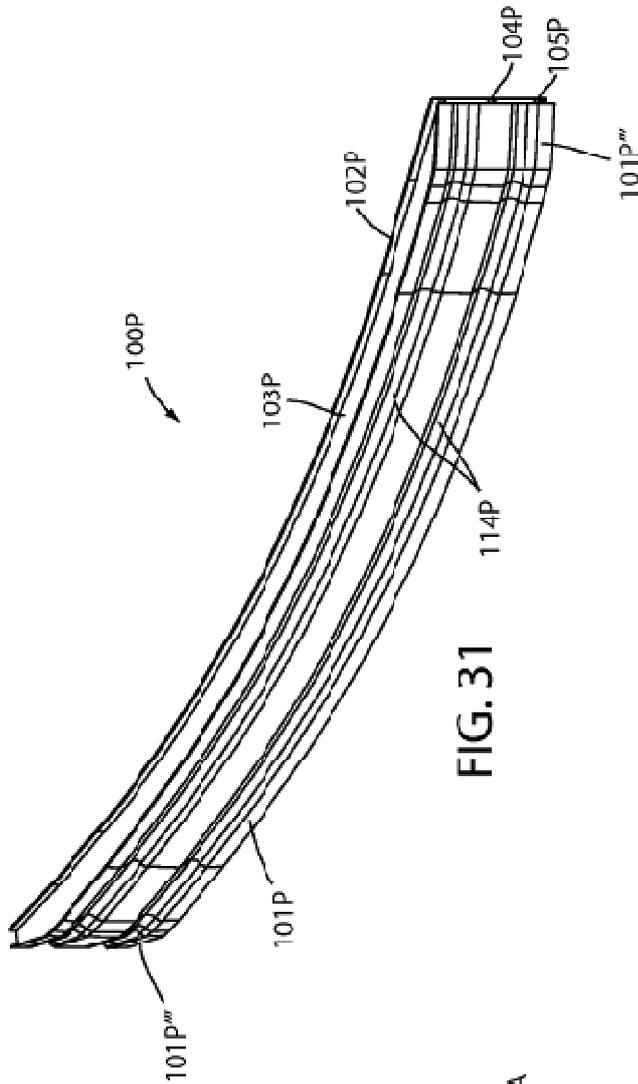


FIG. 31

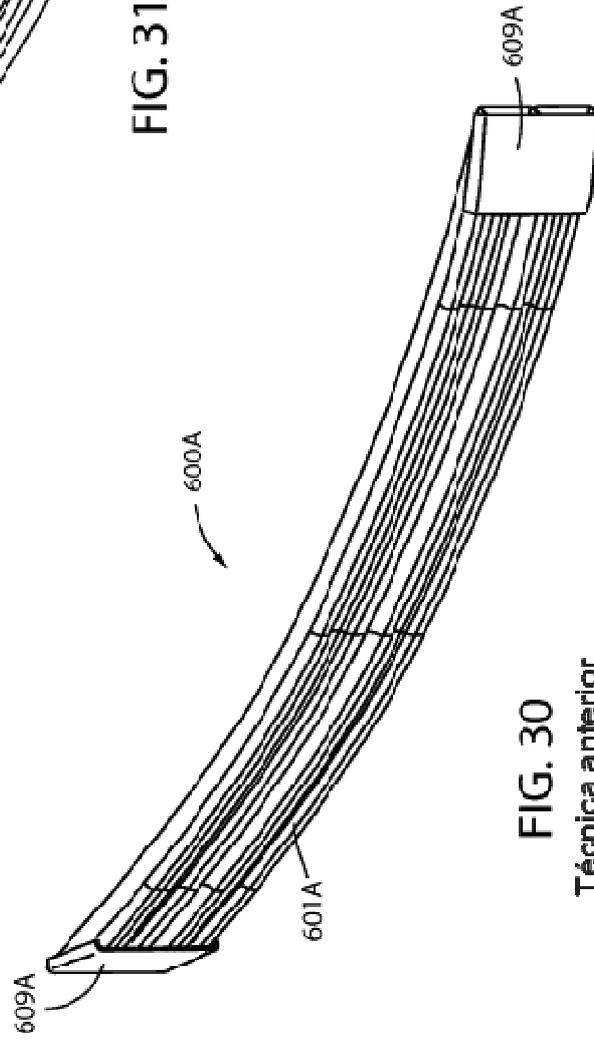


FIG. 30
Técnica anterior

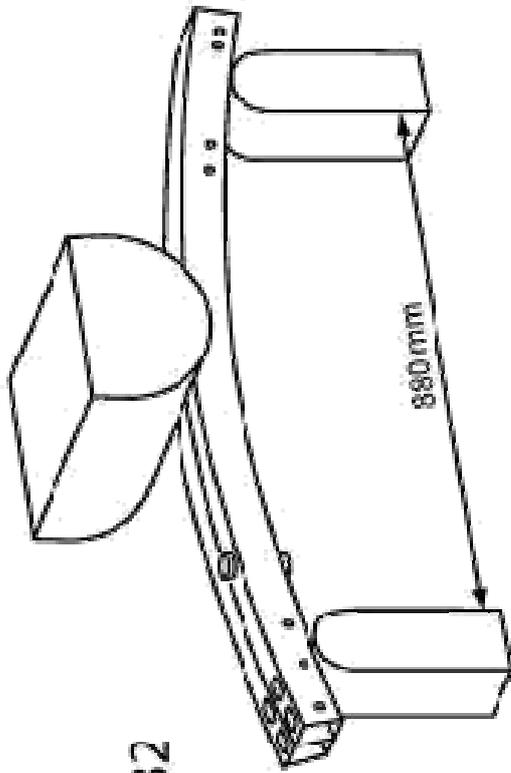


FIG. 32

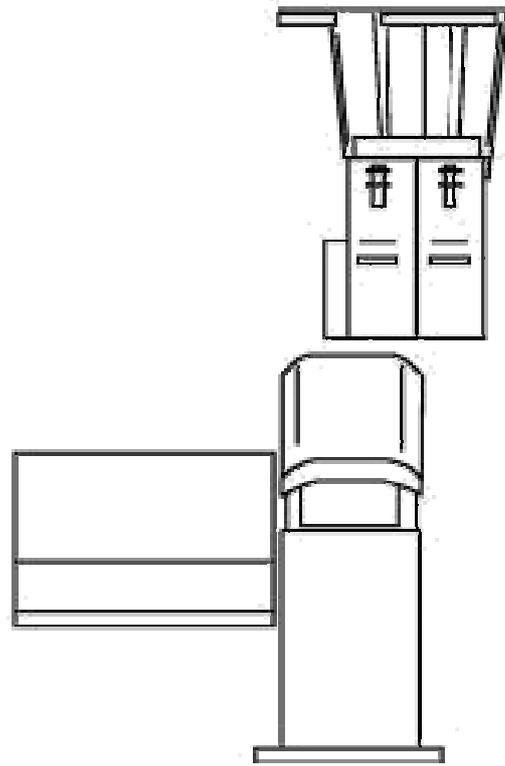


FIG. 34

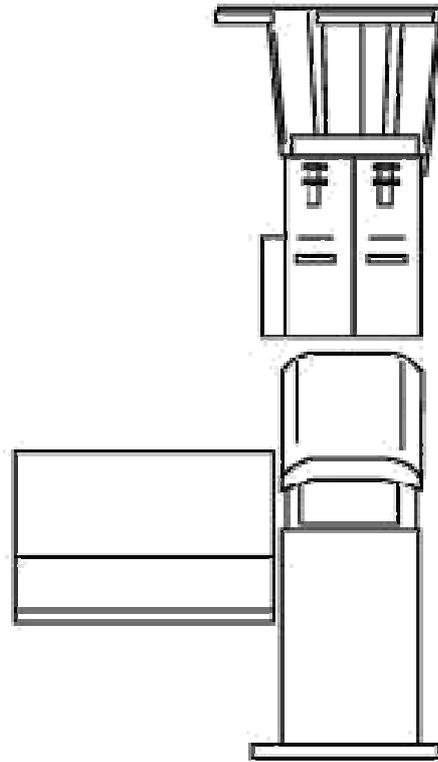


FIG. 33

Ahorro de masa de viga
 (Limitado al mismo Espacio del Paquete Frontal y rendimiento equivalente de la prueba de impacto del parachoques IHS)

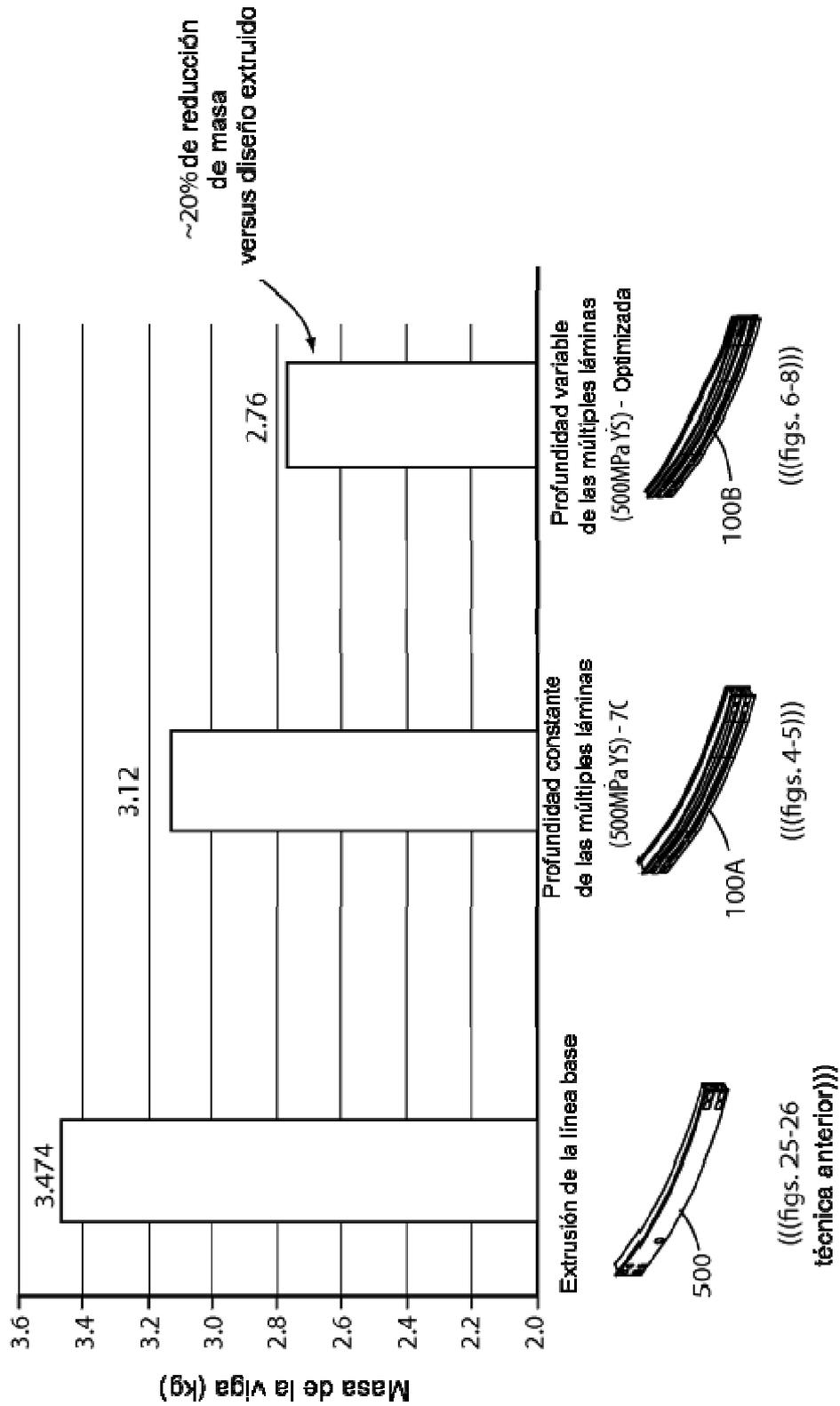
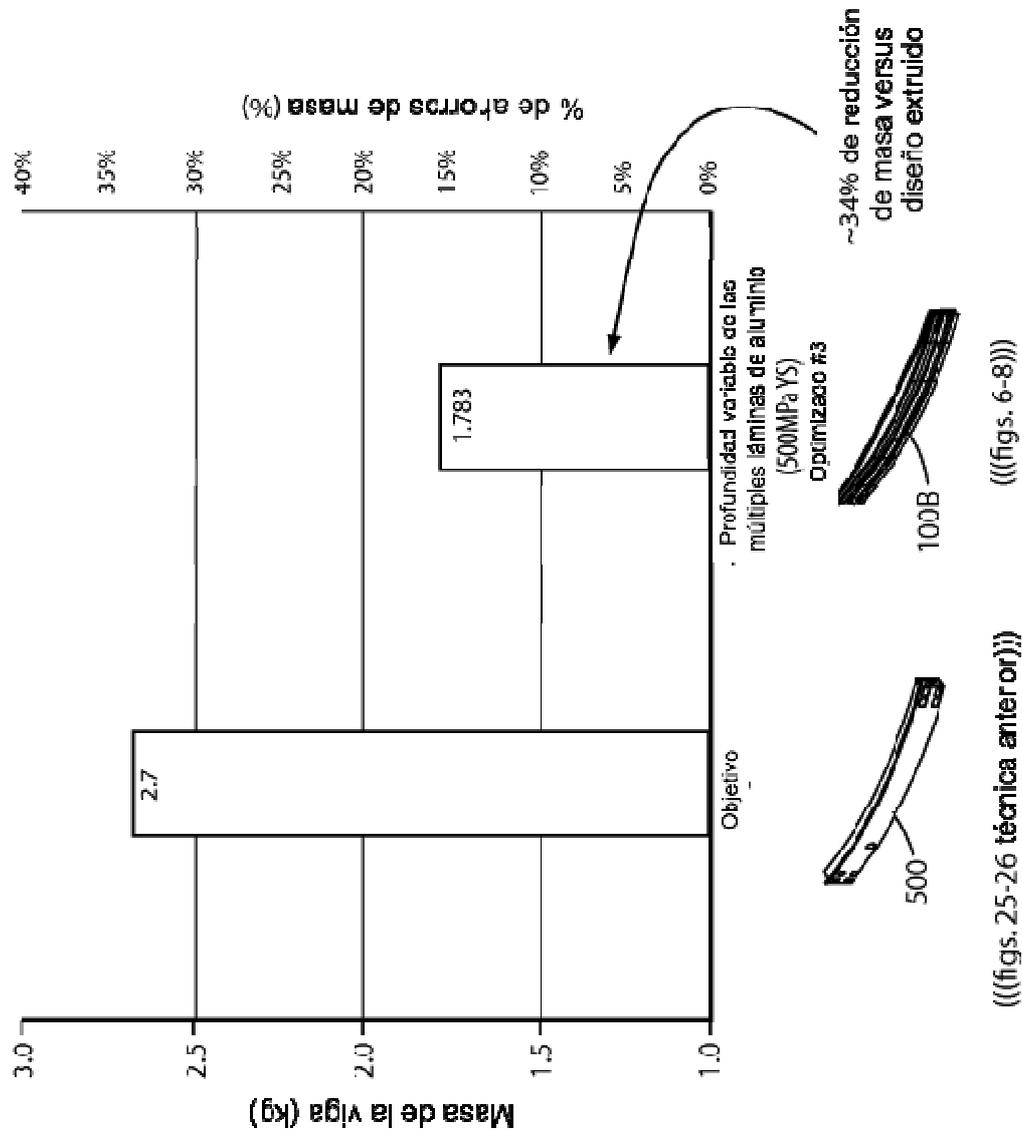


FIG. 35



((((figs. 25-26 técnica anterior))) ((figs. 6-8)))

FIG. 36

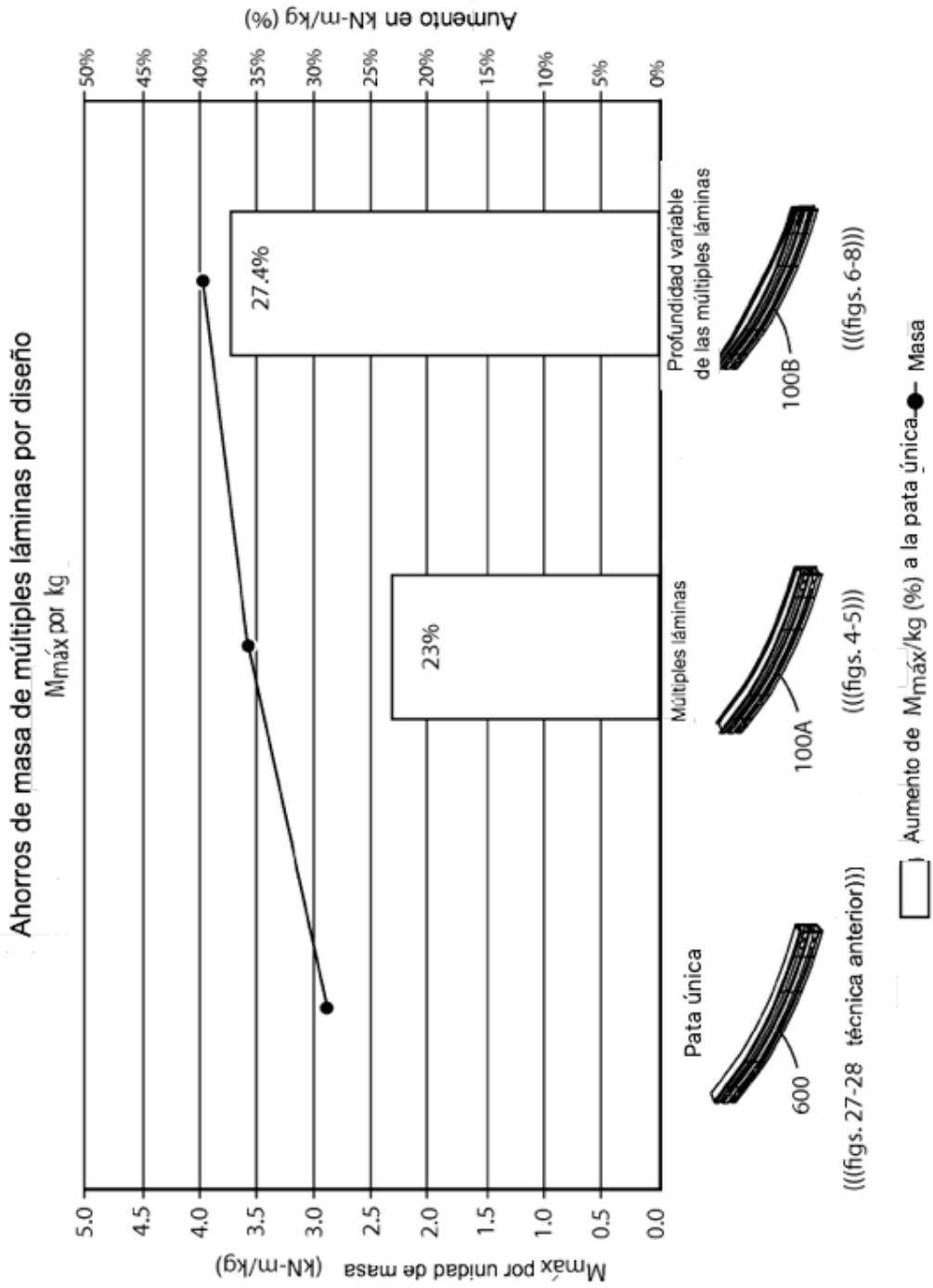


FIG. 37

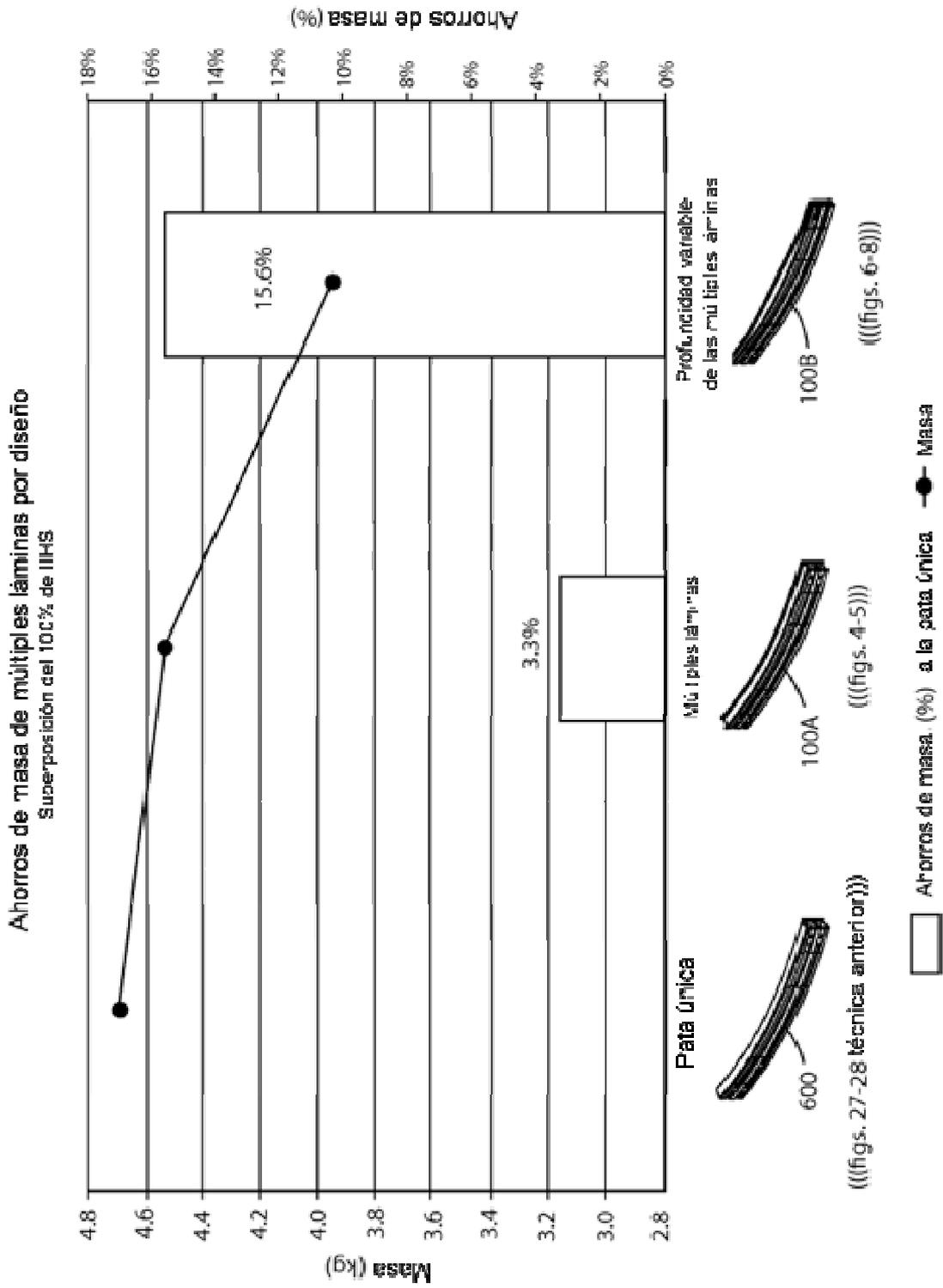


FIG. 38

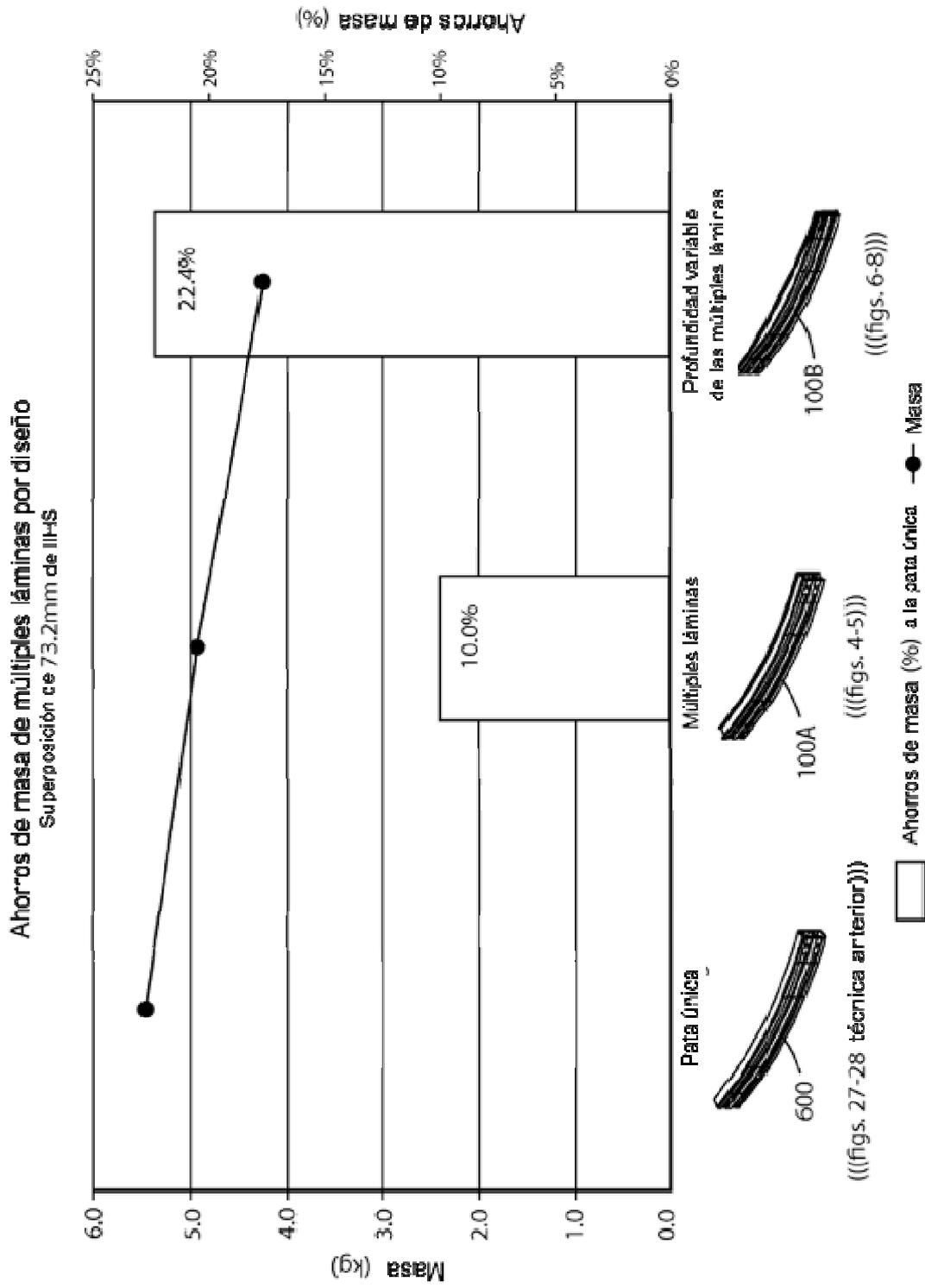


FIG. 39

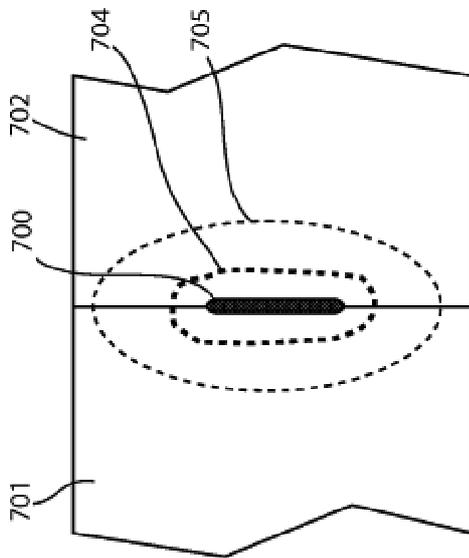


FIG. 40
Técnica anterior

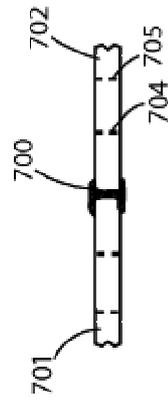


FIG. 41
Técnica anterior

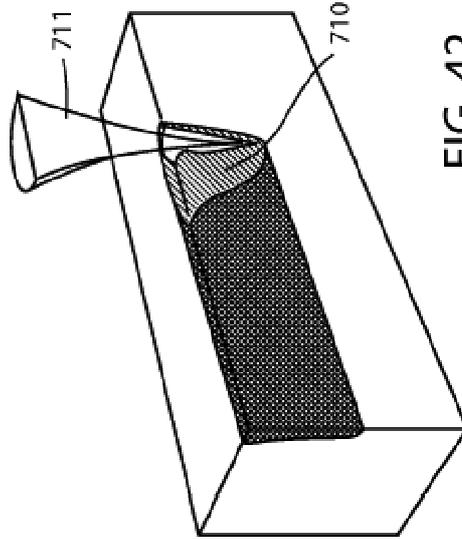


FIG. 42

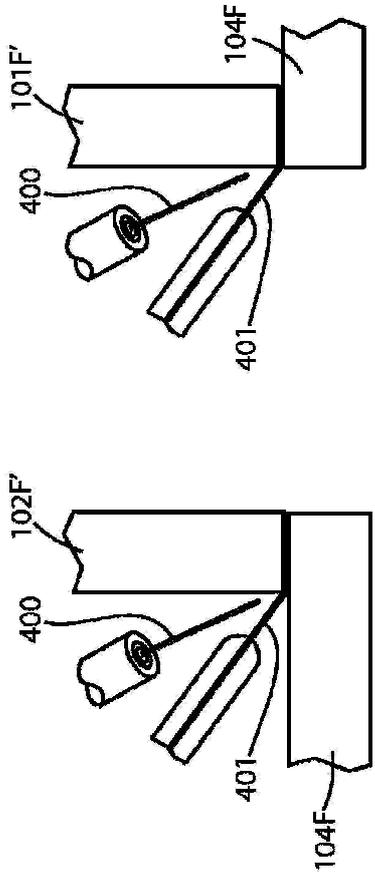


FIG. 43

FIG. 44

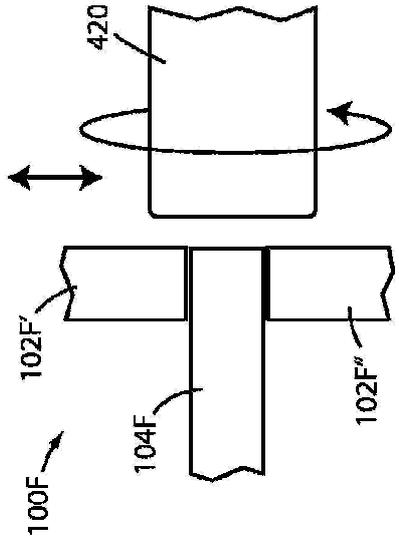


FIG. 46

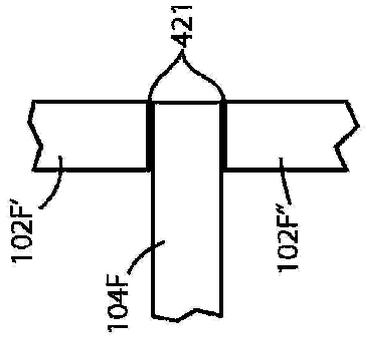


FIG. 47

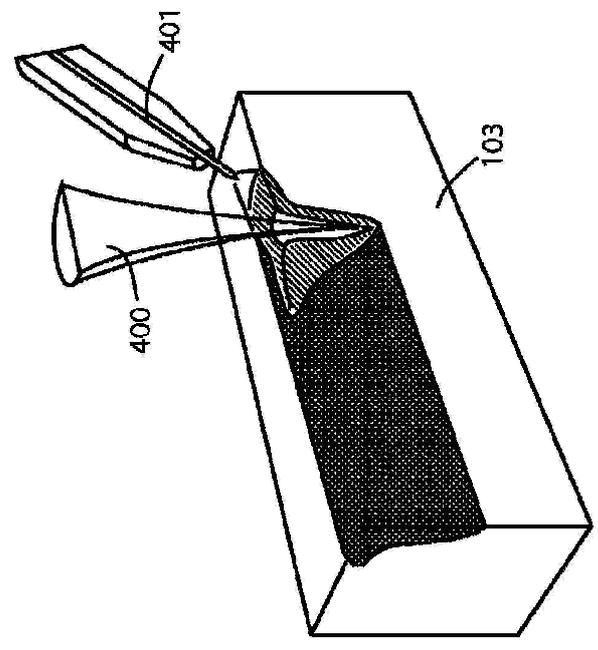


FIG. 45

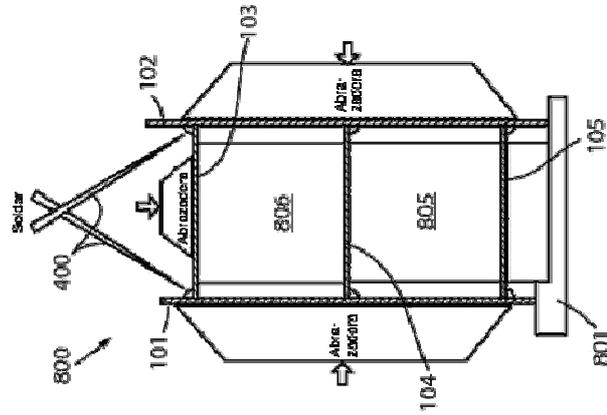


FIG. 50

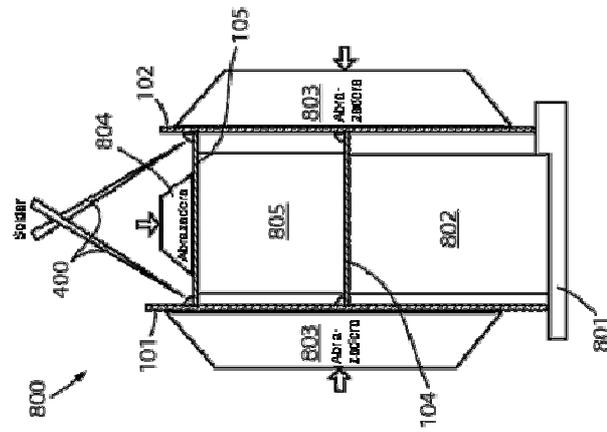


FIG. 49

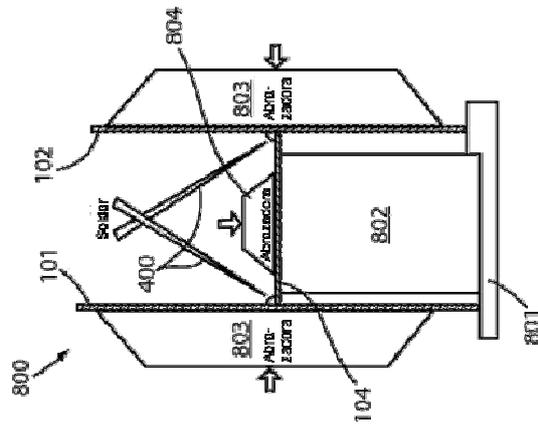


FIG. 48