

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 778 691**

51 Int. Cl.:

**C21D 9/00** (2006.01)

**C21D 1/34** (2006.01)

**C21D 1/42** (2006.01)

**B62D 21/15** (2006.01)

**B60R 19/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.09.2015 PCT/EP2015/071780**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2016 WO16046228**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2015 E 15777633 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 3198044**

54 Título: **Deformaciones controladas en piezas metálicas**

30 Prioridad:

**22.09.2014 FR 1458913**

**22.09.2014 EP 14382354**

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

**11.08.2020**

73 Titular/es:

**AUTOTECH ENGINEERING S.L. (100.0%)**

**Parque Empresarial Boroa P2-A4**

**48340 Amorebieta-Etxano, ES**

72 Inventor/es:

**CAZES, CHRISTOPHE;**

**GATARD, GRÉGORY;**

**BERGLUND, DANIEL y**

**HOLMBERG, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 778 691 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**

Deformaciones controladas en piezas metálicas

5 Esta solicitud reclama el beneficio de la solicitud de patente francesa n.º 1458913 y de la solicitud de patente EP n.º 14 382 354.0, ambas presentadas el 22 de septiembre de 2014.

La presente invención se refiere al campo de las piezas metálicas implicadas en la fabricación de un bastidor metálico, específicamente un bastidor o una carrocería de vehículo.

10 ANTECEDENTES

El objetivo de la presente invención es proporcionar medios para controlar con precisión las características de resistencia y los modos de deformación de las piezas metálicas de este tipo, durante colisiones.

15 Se han propuesto diversos procedimientos para fabricar una pieza metálica alargada que comprende áreas sucesivas, distribuidas a lo largo de su longitud, con respectivas propiedades controladas de resistencia mecánica inferior a la resistencia del cuerpo principal de dicha pieza metálica.

20 De acuerdo con la técnica anterior, las piezas metálicas están hechas típicamente de una lámina metálica plana a la que posteriormente se da forma, por lo general, con calor, para obtener una sección transversal adecuada de acuerdo con dicha aplicación. Un ejemplo particular, no limitante, pero preferente, de una sección transversal de este tipo es una sección generalmente en forma de sombrero que comprende una parte inferior de la pieza que se extiende a ambos lados mediante una pared respectiva que está dispuesta, en general, transversal a la parte inferior, extendiéndose cada una de las paredes en su extremo opuesto a la parte inferior de la pieza mediante un reborde que mira hacia afuera y que, en general, es típicamente paralelo a la parte inferior. La sección transversal de estas piezas puede variar a lo largo de su longitud. Por ejemplo, estas piezas generalmente comprenden medios de fijación e interfaces de montaje, pero no limitados a la forma de los orificios de fijación formados en los rebordes.

30 Se han propuesto específicamente distintos procedimientos para calentar una pieza bruta de metal en un horno a una temperatura superior a la temperatura de transición austenítica para posteriormente dar forma a la pieza bruta calentada de esa forma mediante una herramienta de estampado que tiene un circuito de enfriamiento controlado. Se da forma a la herramienta de estampado para limitar las áreas de contacto con la pieza bruta de metal estirada. Como resultado, en las áreas de la pieza metálica en contacto con la herramienta de estampado enfriada se produce una transformación a una fase martensítica y estas áreas muestran una resistencia mecánica elevada, por ejemplo, una resistencia a la tracción al menos igual a 1.300 MPa y típicamente superior a 1.400 MPa, mientras que las áreas de la pieza metálica que no están en contacto directo con la herramienta de estampado y que, por tanto, permanecen en contacto con el aire, se enfrían menos, se producen en ellas transformaciones de fase intermedia entre la fase austenítica y la fase martensítica y, a la larga, tienen menor resistencia mecánica, por ejemplo, una resistencia a la tracción inferior a 1.000 MPa. Dichas áreas de resistencia mecánica reducida corresponden a distintas composiciones, por ejemplo, una mezcla de perlita, ferrita, bainita y martensita recocida.

45 Un ejemplo del procedimiento mencionado anteriormente se divulga en el documento EP2209696, que describe un procedimiento de estirado en caliente mediante una herramienta que comprende dos elementos de estirado complementarios enfriados al menos localmente y entre los cuales se sujeta una pieza a la que se ha de dar forma hasta alcanzar el endurecimiento deseado.

50 Se pueden implementar distintos medios para evitar un enfriamiento demasiado rápido de la pieza, y así evitar su endurecimiento local. Algunos de estos medios para evitar el enfriamiento rápido de la pieza en la herramienta de estampado pueden consistir en huecos o insertos proporcionados en dichos elementos de estirado o en forma de medios de calentamiento de partes específicas de los elementos de estirado. En los documentos GB 2 313 848 y US 3 703 093 se divulgan ejemplos de dichos medios.

55 Otros procedimientos conocidos conllevan tratamiento con láser o inducciones locales para controlar la temperatura de la pieza y obtener áreas de resistencia mecánica elevada y de resistencia mecánica reducida, respectivamente, de acuerdo con las conversiones resultantes del cambio de temperatura.

60 El documento WO 2009/064236 describe la fabricación de una viga para una carrocería de vehículo de motor que tiene un cuerpo de una estructura esencialmente martensítica con una resistencia (resistencia a la tracción) superior a 1.300 MPa y una parte próxima a su extremo inferior que tiene una resistencia (resistencia a la tracción) inferior a 800 MPa, de una anchura inferior a 30 mm y no superior a un tercio de la altura del apoyo, que sirve como transición con un extremo de fijación inferior que tiene una forma esencialmente martensítica.

65 Además, por ejemplo, el documento WO 2010/126423 divulga la fabricación de una pieza con tres áreas adyacentes sucesivas de resistencia mecánica (resistencia a la tracción) gradualmente decreciente inferior a 1.000 MPa.

Además, el documento WO 2006/038868 divulga la fabricación de una pieza con una pluralidad de áreas de resistencia mecánica reducida, por ejemplo, cuatro áreas de resistencia mecánica reducida, separadas en pares por partes intermedias de mayor resistencia.

5 En los documentos US 2012/267919 y US 2004/018049 se describen otras disposiciones.

Los documentos EP 2565489, US 6820924 y JP 07 119 892 divulgan medios adicionales para tratar de controlar las áreas de deformación en piezas estructurales.

10 El documento WO2014087219 describe una estructura para la parte delantera de la carrocería de un vehículo, que incluye: un elemento lateral delantero; un elemento de faldón que incluye un extremo situado en un lado delantero de un vehículo respecto de un extremo del elemento lateral delantero; un refuerzo de parachoques que incluye una parte exterior en dirección de la anchura de vehículo con una primera y una segunda partes de acoplamiento; un elemento de acoplamiento que acopla el extremo delantero del elemento lateral delantero y el extremo delantero del elemento de faldón; una parte de absorción de energía interna dispuesta en el extremo delantero del elemento lateral delantero en un lado delantero del vehículo; donde la parte de absorción de energía interna acopla el elemento de acoplamiento y la primera parte de acoplamiento; y una parte de absorción de energía externa dispuesta en el extremo delantero del elemento de faldón en un lado delantero del vehículo; y donde la parte de absorción de energía externa acopla el elemento de acoplamiento y la segunda parte de acoplamiento.

20 El documento US2004201256 se refiere a un riel de aplastamiento u otro elemento estructural de un vehículo provisto de activadores de aplastamiento. Los activadores de aplastamiento se forman calentando áreas localizadas del riel de aplastamiento u otra pieza y dejando que se enfríen lentamente para proporcionar mayor ductilidad y menor resistencia en una región localizada.

25 El documento WO2011108080 describe un elemento amortiguador para amortiguar el impacto desde el lado delantero de un vehículo durante un choque. El elemento amortiguador está situado entre un motor y una estructura delantera de vehículo situada en el lado delantero del motor, tal como en el lado delantero del radiador. En consecuencia, se forma un nuevo recorrido de carga entre dicho motor y dicha estructura para mejorar la eficiencia de amortiguamiento durante un choque.

30 El documento US5431445 está relacionado con un bastidor de vehículo que incluye rieles laterales que se extienden longitudinalmente. Cada uno de los rieles laterales tiene una estructura de viga hueca e incluye una serie de conjuntos de incisiones angulares a lo largo de las esquinas. Cada incisión angular se extiende a lo largo de una distancia sobre un lado y a lo largo de una distancia más corta sobre un lado adyacente.

#### RESUMEN DE LA INVENCION

35 Gracias a la técnica anterior conocida es posible controlar, medianamente, las propiedades mecánicas de las piezas metálicas. Sin embargo, dicha técnica no ofrece una amplia variedad de opciones o gran precisión a la hora de definir la resistencia final en general y respectivamente para cada área de dichas piezas mecánicas.

45 En este contexto, el objetivo de la presente invención es proporcionar nuevos medios para controlar con mayor precisión un cambio en la resistencia mecánica de las piezas metálicas y los modos resultantes de la deformación de las piezas metálicas de este tipo, durante las colisiones.

50 Más específicamente, el objetivo de la presente invención es proporcionar una pieza metálica de acuerdo con la reivindicación 1, que tenga una forma sustancialmente alargada de acuerdo con una dirección longitudinal, para fabricar un vehículo de motor, que comprende:

- al menos un borde que se extiende en la dirección longitudinal, en la intersección de dos paredes de la pieza, y
- al menos un área que tiene una resistencia mecánica menor que el resto del cuerpo de la pieza, en la que la al menos un área se forma mediante control térmico local de la pieza,

55 en la que al menos un área de menor resistencia mecánica se dispone ondulada a lo largo del borde, extendiéndose al menos predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde.

60 - La "resistencia mecánica" de la pieza se puede medir mediante los diversos parámetros conocidos por los expertos en la técnica. Preferentemente, en el contexto de la presente invención, un "área que tiene una resistencia mecánica menor que el resto del cuerpo de la pieza" se entiende como un área donde al menos uno de los tres parámetros siguientes: límite elástico, resistencia a la tracción y dureza, es menor en dicha área en el mismo parámetro respecto del resto del cuerpo de la pieza.

65 El límite elástico es la tensión que un material puede soportar antes de que se inicie una deformación plástica.

La resistencia a la tracción (resistencia a la tracción final) corresponde a la tensión máxima que un material puede soportar antes de romperse.

5 La dureza corresponde a la resistencia de una superficie de material a la penetración de un cuerpo más duro, por ejemplo, un punzón, un tronco o una punta de durómetro.

La al menos un área formada mediante control térmico local de la pieza puede proporcionar un control más preciso de la resistencia mecánica de las áreas de la pieza metálica y, con ello, del comportamiento de deformación de la pieza. Además, las rupturas locales en la pieza metálica pueden evitarse en este caso.

10 De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención, al menos dicha área que tiene una resistencia mecánica menor que el resto del cuerpo de la pieza tiene un límite elástico inferior al 10 % respecto del resto del cuerpo.

15 De acuerdo con otra característica ventajosa de la presente invención, al menos dicha área que tiene una resistencia mecánica menor que el resto del cuerpo de la pieza tiene una resistencia a la tracción inferior al 10 % respecto del resto del cuerpo.

20 De acuerdo con otra característica ventajosa de la presente invención, la dureza de al menos dicha área que tiene una resistencia mecánica menor que el resto del cuerpo de la pieza es inferior al 10 % respecto del resto del cuerpo.

La dirección longitudinal mencionada anteriormente corresponde a un eje de alargamiento principal o "eje de conexión principal".

25 De acuerdo con una característica ventajosa de la invención, el área de menor resistencia mecánica que ondula a lo largo del borde y que se extiende predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde, forma un patrón generalmente periódico que ondula a lo largo del borde.

De acuerdo con las aplicaciones anteriores, el período de los patrones de resistencia mecánica reducida mencionados anteriormente puede ser constante o no.

30 De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención, el área de menor resistencia mecánica se forma a partir de una banda continua de resistencia mecánica reducida o de una serie de áreas sucesivas de resistencia mecánica reducida. Más específicamente, de acuerdo con las aplicaciones deseadas, la pieza metálica de la presente invención puede comprender una sucesión de bandas metálicas de resistencia reducida distribuidas a lo largo del borde, estando dos bandas sucesivas de resistencia mecánica reducida separadas por un área intermedia de mayor resistencia mecánica.

40 De acuerdo con un modo de realización de la invención, la pieza comprende al menos dos bordes que se extienden en la dirección longitudinal, cada uno en la intersección de dos paredes respectivas donde se provee una pared común entre los dos bordes, y un área de menor resistencia mecánica que ondula respectivamente a lo largo de cada uno de los dos bordes que se extiende predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde conformado.

45 De acuerdo con un modo de realización de la invención, los patrones de las áreas de menor resistencia mecánica que ondulan sobre cada uno de los dos bordes están en fase. En otra variante, los patrones que ondulan en cada uno de los dos bordes tienen fases opuestas.

50 De acuerdo con una característica ventajosa de la invención, la parte cubierta por el área de menor resistencia mecánica tiene un perfil periódico donde al menos la forma ondulada de un borde se selecciona del grupo que consiste en una forma sinusoidal, cuadrada, triangular o de dientes de sierra.

55 De acuerdo con un modo de realización de la invención, la pieza comprende al menos un área adicional de menor resistencia mecánica formada en una pared común entre dos bordes, entre las partes del interior de cada uno de los dos patrones de las áreas de resistencia mecánica reducida que se extienden en dicha pared común una frente a la otra.

60 De acuerdo con un modo de realización de la invención, la pieza comprende al menos un área adicional de menor resistencia mecánica formada en una pared común entre dos bordes y que se extiende transversalmente para conectar las partes del interior de cada uno de los dos patrones de áreas de resistencia mecánica reducida que se extienden en dicha pared común una frente a la otra.

65 De acuerdo con un modo de realización de la invención, cada patrón del área de resistencia mecánica reducida tiene un medio período que oscila entre  $0,2 \times b$  y  $1 \times b$ , típicamente igual a  $0,8 \times b$ , donde  $b$  corresponde a la mayor distancia entre las paredes opuestas. De acuerdo con una variante, cada patrón tiene un medio período distinto de  $0,8 \times b$ , donde  $b$  corresponde a la mayor distancia entre las paredes opuestas.

De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención, el área de menor resistencia mecánica que ondula a lo largo de un borde que se extiende predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde se extiende parcialmente sobre las dos paredes ubicadas a ambos lados de un borde común, con una distribución lineal de acuerdo con una sección transversal al eje de alargamiento principal, de forma alterna, al menos un 60 %, preferentemente al menos un 70 % en una primera pared adyacente al borde y como máximo un 40 %, preferentemente como máximo un 30 %, en la segunda pared adyacente al borde y viceversa.

Cuando la conexión entre dos lados adyacentes de la pieza es progresiva, es decir, al menos ligeramente redondeada, el término "borde" que define un límite de pared para determinar la distribución antes mencionada de al menos un 60 % y como máximo un 40 % se entiende en el presente documento como una línea imaginaria correspondiente a la intersección de dos planos correspondientes a las superficies externas de dos lados adyacentes.

De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención, las áreas de resistencia mecánica reducida cubren una distribución lineal en una sección transversal al eje de alargamiento principal, de al menos un 10 %, preferentemente de al menos un 25 %, de la anchura de una pared y como máximo un 80 %, preferentemente como máximo un 60 %, de dicha anchura.

Asumiendo nuevamente que la conexión entre dos lados adyacentes de la pieza es progresiva, es decir, al menos ligeramente redondeada, el término "borde" que define un límite de pared para determinar la distribución mencionada anteriormente de al menos un 10 % y como máximo un 80 % se entiende en el presente documento como una línea imaginaria correspondiente a la intersección de dos planos correspondientes a las superficies externas de dos lados adyacentes

La invención también se refiere a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14 para producir una pieza metálica generalmente alargada a lo largo de una dirección longitudinal, para la fabricación de un vehículo de motor, que comprende una etapa de tratar al menos una parte del cuerpo de la pieza para reducir localmente la resistencia mecánica de un área de la pieza para formar un área de resistencia mecánica reducida que ondula a lo largo de un borde, extendiéndose a lo largo de un borde que se extiende de acuerdo con la dirección longitudinal a la intersección de dos paredes de la pieza, cubriendo predominantemente de forma alterna cada una de las paredes ubicadas a ambos lados de dicho borde.

#### DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otras características, objetivos y ventajas de la invención surgirán a partir de la siguiente descripción, meramente ilustrativa y no limitante, que se ha de leer con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- Las Figuras 1a a 1i muestran vistas en perspectiva fragmentadas de 9 ejemplos geométricos no limitantes de la pieza que se pueden usar en el contexto de la presente invención,

- las Figuras 2a, 2b y 2c muestran tres ejemplos alternativos de sección transversal de piezas cuya geometría se muestra en la Figura 1c,

- las Figuras 3, 4 y 5 muestran una vista en perspectiva de una pieza metálica de acuerdo con tres modos de realización de la invención,

- las Figuras 6a, 6b, 6c y 6d muestran cuatro variantes de perfil periódico que delimitan un borde del área de menor resistencia mecánica que se extiende a lo largo de un borde de acuerdo con un ejemplo de la invención,

- la Figura 7 muestra curvas que ilustran comparativamente la energía absorbida durante la deformación en una pieza común conocida en la técnica que comprende un área de resistencia mecánica reducida en toda su sección transversal, mostrada en la Figura 9a antes de deformarse y en la Figura 9b después de deformarse, y la energía absorbida durante la deformación de una pieza de acuerdo con la invención que comprende un área de resistencia mecánica reducida distribuida a lo largo de un borde en un perfil periódico, mostrado en la Figura 10a antes de deformarse y en la Figura 10b después de deformarse,

- la Figura 8 muestra curvas comparativas que ilustran la fuerza generada en función de la amplitud de deformación de las mismas piezas, respectivamente, de una pieza común conocida en la técnica que comprende un área de resistencia mecánica reducida en toda su sección transversal, mostrada en la Figura 9a antes de deformarse y en la Figura 9b después de deformarse, y una pieza de acuerdo con la invención que comprende un área de resistencia mecánica reducida distribuida a lo largo de un borde en un perfil periódico, mostrada en la Figura 10a antes de deformarse y en la Figura 10b después de deformarse,

- las Figuras 11, 12 y 13 son vistas en perspectiva que muestran tres modos de realización de piezas de acuerdo con la invención,

- las Figuras 14, 15, 16 y 17 muestran cuatro variantes de perfiles de banda de resistencia mecánica reducida de

acuerdo con la invención,

- la Figura 18 muestra esquemáticamente una sección transversal de pieza e ilustra la amplitud  $b$  correspondiente a la mayor distancia entre dos paredes opuestas,

- la Figura 19 ilustra un ejemplo particular de una pieza de la presente invención, mientras que la Figura 20 muestra la deformación obtenida de la misma pieza en una tensión longitudinal,

- las Figuras 21 y 22 representan comparativamente bandas de resistencia reducida de acuerdo con la invención correspondientes a los respectivos múltiplos de la longitud de onda base,

- la Figura 23 ilustra la distribución de una banda de resistencia mecánica reducida, respectivamente, en dos lados adyacentes de una pieza de acuerdo con la invención, es decir, entre estos dos lados,

- la Figura 24 ilustra una vista ampliada del mismo diagrama,

- la Figura 25 ilustra la extensión de recubrimiento de un lado de una pieza de acuerdo con la invención según las áreas de resistencia mecánica reducida,

- la Figura 26 muestra un modo de realización alternativo de acuerdo con la presente invención, donde el área de menor resistencia mecánica que ondula a lo largo de un borde, extendiéndose predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde, está formada por una serie de intervalos sucesivos de resistencia mecánica reducida,

- la Figura 27 muestra esquemáticamente una variante de la pieza de acuerdo con la presente invención que tiene una sección transversal que varía a lo largo de la longitud de la pieza, que aumenta gradualmente de un extremo a otro, incluyendo, entre otros,

- la Figura 28 muestra esquemáticamente otra variante de la pieza de acuerdo con la presente invención centrada en un eje de conexión principal no rectilíneo, y las Figuras 29a y 29b muestran cada una un ejemplo de un sistema láser.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

En general, las piezas de la invención están hechas a partir de una pieza bruta de metal plana.

Dichas piezas se estiran para obtener una sección transversal recta, perpendicular a un eje longitudinal principal A-A (correspondiente a un eje de alargamiento principal o "eje de conexión principal"), que depende de la aplicación seleccionada. Esta sección transversal se puede implementar en numerosas configuraciones.

Como se indicó anteriormente, por ejemplo, las piezas comprenden, en general, medios de fijación e interfaces de montaje, que incluyen, entre otros, orificios de fijación formados en los rebordes.

Por otro lado, las piezas de la invención tienen al menos un área de resistencia mecánica reducida donde la resistencia a la tracción es inferior a 1.000 MPa en comparación con el resto de la pieza, que tiene una resistencia mecánica (resistencia a la tracción) de al menos 1.300 MPa, preferentemente superior a 1.400 MPa, estando el área de resistencia mecánica reducida delimitada por un patrón que ondula a lo largo de un borde longitudinal, extendiéndose predominantemente de forma alterna sobre cada una de las dos paredes que forman dicho borde.

De acuerdo con otra característica ventajosa de la invención, las piezas tienen al menos un área de resistencia mecánica reducida cuyo límite elástico es inferior a 950 MPa en comparación con el resto de la pieza, que tiene un límite elástico de al menos 1.000 MPa, preferentemente superior a 1.150 MPa, estando el área de resistencia mecánica reducida delimitada por un patrón que ondula a lo largo de un borde longitudinal, extendiéndose predominantemente de forma alterna sobre cada una de las dos paredes que forman dicho borde.

Las piezas de acuerdo con la invención, ilustradas en las figuras adjuntas al presente documento, tienen preferentemente una sección transversal constante a lo largo de su longitud correspondiente, por ejemplo, a la representación de una de las Figuras 1 a 2 adjuntas al presente documento. Sin embargo, de acuerdo con un modo de realización alternativo, la sección transversal de las piezas puede variar a lo largo de la longitud de las piezas como se muestra en la Figura 27.

Por otro lado, las piezas de la invención pueden estar centradas en un eje longitudinal principal A-A o eje de conexión principal, que es rectilíneo o no rectilíneo, como se muestra en la Figura 28.

Un ejemplo de una pieza generalmente en forma de sombrero se muestra en la Figura 1a adjunta al presente documento, que comprende un cuerpo 12 en forma de U que tiene un núcleo 10 que forma una parte inferior de la pieza y dos paredes 20, 22 generalmente ortogonales al núcleo 10 y que forman las paredes. Los rebordes laterales

30, 32 se extienden, en general, ortogonalmente a las paredes 20, 22 y, por lo tanto, en general, paralelos a la parte inferior de la pieza 10, hacia afuera. La parte inferior 10 está conectada a las paredes 20, 22 mediante sus respectivos bordes 11, 13. Las paredes 20, 22 están conectadas a los rebordes 30, 32 mediante sus respectivos bordes 21, 23. En el contexto de la invención, se forma al menos un área de resistencia mecánica reducida en la pieza mostrada en la Figura 1a que ondula a lo largo de al menos uno de los bordes 11, 13, 21 o 23, extendiéndose predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde.

La variante ilustrada en la Figura 1b difiere de la Figura 1a solo porque se provee una placa de cubierta 40 que está soportada por y unida a los rebordes 30 y 32, cubriendo de este modo la abertura del cuerpo 12 en forma de U.

En la Figura 1c se muestra una variante en la que la pieza es una pieza tubular que comprende, no siendo este ejemplo limitante, una sección transversal recta definida por cuatro paredes generalmente planas 10, 20, 22 y 50 respectivamente paralelas y ortogonales en pares y conectadas entre sí en pares por los bordes 11, 13, 21 o 23. Nuevamente, en el contexto de la invención, se forma al menos un área de resistencia mecánica reducida en la pieza ilustrada en la Figura 1c que ondula a lo largo de al menos uno de los bordes 11, 13, 21 o 23, extendiéndose predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde. La Figura 2a, correspondiente a la ilustración de la Figura 1c, muestra una sección transversal cuadrada con cuatro paredes 10, 20, 22 y 50 y, por tanto, cuatro bordes 11, 13, 21 o 23. La Figura 2b muestra una variante de la pieza tubular de este tipo de sección hexagonal que comprende seis paredes 10, 20, 22, 50, 52 y 54 conectadas en pares por seis bordes 11, 13, 21, 23, 25, 27, y la Figura 2c muestra otra variante de una pieza tubular octogonal que comprende ocho paredes 10, 20, 22, 50, 54, 56 y 58 conectadas en pares por ocho bordes 11, 13, 21, 23, 24, 25, 26 y 27.

En la Figura 1d se muestra un modo de realización alternativo de acuerdo con el cual la pieza de la presente invención se forma ensamblando dos piezas brutas del tipo mostrado en la Figura 1a, montadas una frente a la otra y unidas por sus rebordes en contacto mutuo y en pares. Como se muestra en la Figura 1d, los elementos de las dos piezas brutas tienen los mismos números de referencia que los de la Figura 1a; sin embargo, están asociados respectivamente a un índice 'a' o 'b'.

En la Figura 1e se representa un modo de realización alternativo de acuerdo con el cual se forma una pieza ensamblando dos piezas brutas L que comprenden dos paredes ortogonales entre sí 10a y 20a, 10b y 20b, respectivamente, donde una de las paredes 20a, 20b se extiende hacia afuera a través de un reborde 30a, 30b paralelo a la otra pared 10a, 10b y está sostenida por y unida a dicha otra pared 10b, 10a de la pieza. Las paredes 10a y 20a, 10b y 20b están conectadas, respectivamente, por un borde 11a, 11b, y los rebordes 30a, 30b están conectados a las paredes 20a, 20b por los bordes 21a, 21b. Nuevamente, en el contexto de la invención, se forma al menos un área de resistencia mecánica reducida en la pieza ilustrada en la Figura 1e que ondula a lo largo de al menos uno de los bordes 11a, 11b, 21a y 21b, extendiéndose predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde conformado.

La variante ilustrada en la Figura 1f difiere de la Figura 1e por la presencia de un desplazamiento o movimiento 31a, 31b entre los cuerpos de la pared 10a, 10b y el extremo de la misma, al descansar este sobre el reborde 30b, 30a sobre un lado, donde el extremo, por tanto, constituye un segundo reborde 32a, 32b. De manera similar, se forma un borde 13a, 13b entre el cuerpo de pared 10a, 10b y el desplazamiento o movimiento 31a, 31b, y se forma otro borde 23a, 23b entre el desplazamiento o movimiento 31a, 31b y el reborde asociado 32a, 32b. Nuevamente, en el contexto de la invención, se forma al menos un área de resistencia mecánica reducida en la pieza mostrada en la Figura 1f que ondula a lo largo de al menos uno de los bordes 11a, 11b, 21a, 21b o 13a, 13b, 23a, 23b, extendiéndose predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde.

De acuerdo con un modo de realización mostrado en la Figura 1g, la pieza comprende un cuerpo 12 en forma de U que comprende un núcleo 10 que forma una parte inferior de la pieza y dos paredes 20, 22 sustancialmente ortogonales al núcleo 10 y que forman las paredes. La parte inferior de la pieza 10 está conectada a las paredes 20, 22 por sus respectivos bordes 11, 13. En el contexto de la invención, en la pieza mostrada en la Figura 1g se forma al menos un área de resistencia mecánica reducida que ondula a lo largo de al menos uno de los bordes 11 o 13, extendiéndose predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde.

La variante ilustrada en la Figura 1h difiere de la Figura 1g por la presencia de una placa de cubierta 60 que cubre la abertura del cuerpo 12 en forma de U. De acuerdo con la Figura 1h, la placa de cubierta 60 tiene una geometría en forma de U con una concavidad orientada hacia afuera de la pieza. Está sujeta por sus paredes laterales sobre los lados internos de las paredes 20, 22 cerca de sus extremos libres. Las áreas de conexión 61, 62 entre la placa de cubierta 60 y las paredes 20, 22 son similares a los bordes. También se forma en la pieza mostrada en la Figura 1h al menos un área de resistencia mecánica reducida que ondula a lo largo de al menos uno de los bordes 11 o 13 o 61, 62, extendiéndose predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde.

El modo de realización ilustrado en la Figura 1i difiere del modo de realización ilustrado en la Figura 1f en que los desplazamientos o movimientos 31a, 31b se reemplazan por un borde simple 13a, 13b y, de este modo, se delimitan los rebordes 30a, 32b y 30b, 32a, no se extienden paralelos a la parte inferior de las piezas 10a y 10b como en las Figuras 1e y 1f sino de acuerdo con el plano que atraviesa una diagonal de la pieza, atravesando los bordes 13a, 13b.

5 Las Figuras 3 y 4 ilustran dos ejemplos de piezas metálicas P de acuerdo con la invención, que se extienden, en general, de acuerdo con un eje longitudinal o "eje de conexión principal" A y que comprenden una sección transversal tubular definida por cuatro paredes generalmente planas 10, 20, 22 y 50, respectivamente paralelas y ortogonales en pares. Cada par de paredes adyacentes 10, 20, 22 y 50, que definen en su intersección un borde 11, 13, 21, 23, se extiende en general paralelo al eje longitudinal A, como se señaló anteriormente con respecto a la Figura 1c.

10 Cada una de las piezas metálicas P ilustradas en las Figuras 3 y 4 comprende al menos un área 100 de una resistencia mecánica menor que el resto del cuerpo. Más específicamente, de acuerdo con los modos de realización ilustrados en las Figuras 3 y 4, cuatro áreas de menor resistencia mecánica 100 se forman onduladas respectivamente a lo largo de cada uno de los bordes 11, 13, 21 o 23, extendiéndose predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes 10, 20, 22 y 50 formando dichos bordes 11, 13, 21 o 23.

15 Las áreas de resistencia mecánica reducida 100 se forman, por ejemplo, mediante control térmico local durante el estiramiento de la pieza P o mediante otra técnica equivalente, por ejemplo, mediante control térmico local de la pieza aplicando un haz de rayos láser o con inducción.

20 Las áreas de resistencia mecánica reducida 100 se pueden seleccionar para cambiar la microestructura, p. ej., aumentando la ductilidad. La selección de las áreas de resistencia mecánica reducida 100 puede estar basada en pruebas de choque o pruebas de simulación, aunque también es posible emplear otros procedimientos para seleccionar las áreas de resistencia mecánica reducida 100. Las áreas de resistencia mecánica reducida 100 se pueden definir mediante simulación para determinar el comportamiento de choque más ventajoso o mejores absorciones de energía en una pieza simple, p. ej., un riel. El haz de rayos láser (no mostrado) puede aplicarse sobre las áreas de resistencia mecánica reducida 100 seleccionadas usando un sistema láser. En algunos ejemplos, el tamaño del punto de rayo láser se puede ajustar durante la aplicación del haz de rayos láser y se puede adaptar a la altura y/o anchura de las áreas de resistencia mecánica reducida 100, evitando, por tanto, el cambio de óptica del sistema láser después de cada aplicación del rayo láser, que requiere mucho tiempo.

30 De esta manera, la forma de las áreas de resistencia mecánica reducida 100 se puede obtener con una sola óptica del sistema láser, y ajustando el tamaño del punto de rayo láser. En consecuencia, se puede reducir la inversión en herramientas, así como el coste de mantenimiento. También se puede reducir el tiempo de fabricación. Además, la variación del punto puede reducir las zonas de transición en los puntos inicial y final de las áreas de resistencia mecánica reducida 100.

35 El haz de rayos láser se puede regular en base a algunos parámetros, p. ej., la temperatura medida en las áreas de resistencia mecánica reducida 100 mediante un termómetro, p. ej., un pirómetro o una cámara, para medir temperaturas elevadas, manteniendo de este modo la temperatura del punto del haz de rayos láser. Las áreas de resistencia mecánica reducida se pueden hacer con diferentes formas y para diferentes aplicaciones, p. ej., rebordes, puntos pequeños o grandes, formas geométricas complejas.

40 En el contexto de la presente invención, el tratamiento puede ser un tratamiento que reduce localmente la resistencia mecánica de un área de la pieza para formar las áreas de resistencia mecánica reducida 100, un tratamiento que aumenta localmente la resistencia mecánica del cuerpo de la pieza, excepto para las áreas de resistencia mecánica reducida 100 deseadas, o una combinación de estos dos tipos de tratamiento.

45 Por tanto, las piezas metálicas P comprenden al menos un área de resistencia mecánica reducida 100 y al menos un área de resistencia mecánica elevada 150 correspondiente al resto del cuerpo.

50 Las áreas de resistencia mecánica reducida 100 tienen una resistencia mecánica (resistencia a la tracción) reducida inferior a 1.100 MPa, oscilando típicamente entre 500 y 1.000 MPa, mientras que las áreas de resistencia mecánica elevada 150 tienen una resistencia mecánica (resistencia a la tracción) superior a 1.100 MPa, preferentemente al menos igual a 1.300 MPa y típicamente por encima de 1.400 MPa.

55 Las áreas de resistencia mecánica reducida 100 se forman, por ejemplo, mediante control local de la temperatura de estirado de la pieza P. La pieza P se calienta a un intervalo de temperatura adecuado para obtener una fase austenítica y, a continuación, se estira en una herramienta de estampado adaptada para definir distintas temperaturas en distintas áreas de la pieza estirada, por ejemplo a través de huecos locales formados en la herramienta de estampado o mediante sobrecalentamiento local de la herramienta de estampado.

60 De acuerdo con los modos de realización ilustrados en las Figuras 3 y 4, las áreas de resistencia mecánica reducida 100 se extienden a lo largo de un borde 11, 13, 21 o 23, de forma alterna sobre cada una de las paredes 10, 20, 22 y 50 que forman dicho borde, para formar un patrón generalmente periódico a lo largo de dicho borde.

65 Más específicamente, según los modos de realización ilustrados en las Figuras 3 y 4, las áreas 100 están en una disposición sinusoidal periódica. Por tanto, están delimitadas, por un lado, por un borde rectilíneo correspondiente a un borde respectivo 11, 13, 21 o 23 y, por otro lado, por una ondulación sinusoidal a ambos lados de los bordes 11, 13, 21 o 23.

Sin embargo, la invención no se limita a esta disposición. Puede extenderse a otros tipos de perfil periódico. Cuatro variantes de perfiles periódicos de la presente invención se ilustran, por ejemplo, respectivamente, en las Figuras 6a, 6b, 6c y 6d, respectivamente con una forma sinusoidal, cuadrada, triangular o de dientes de sierra.

5 En los ejemplos ilustrados en las Figuras 3 y 4, los patrones de las áreas de resistencia mecánica reducida 100 están dispuestos, de manera continua, extendiéndose a lo largo de los bordes 11, 13, 21 o 23. De acuerdo con un modo de realización esquemático representado en la Figura 13, los patrones se extienden de forma discontinua a lo largo de los bordes 11, 13, 21 o 23. Por tanto, de acuerdo con el modo de realización particular ilustrado en la Figura 13, cada  
10 banda del área de resistencia mecánica reducida 100 cubre una longitud de onda y media del perfil sinusoidal y dos bandas de áreas sucesivas 100 están separadas por media longitud de onda.

En los ejemplos mostrados en las Figuras 3 y 4, todos los patrones de las áreas de resistencia mecánica reducida 100 formadas debajo de los bordes 11, 13, 21 o 23 tienen el mismo período T.

15 De acuerdo con una variante (no mostrada), los patrones de las áreas de resistencia mecánica reducida 100 debajo de los bordes 11, 13, 21 o 23 pueden ser de distintos períodos T.

El medio período  $T/2$  de los patrones,  $\lambda/2$ , preferentemente varía entre  $0,2 \times b$  y  $1 \times b$ , típicamente igual a  $0,8 \times b$ , donde b corresponde a la mayor distancia entre las paredes 10 y 50 opuestas de la pieza P como se ilustra en la Figura 18. La Figura 18 corresponde al elemento tubular que tiene una sección transversal rectangular. Para una pieza tubular con un número de lados mayor que 4, la distancia b corresponde a la mayor distancia entre una pared y una pared al menos sustancialmente opuesta. Esta optimización a  $0,8 \times d$  permite optimizar la ubicación regular de las áreas de deformación a lo largo de la pieza P respecto de su configuración inicial. De hecho, en este caso, la ubicación  
20 de las áreas de deformación se distribuye a lo largo de la pieza de acuerdo con una etapa natural de deformación.

Sin embargo, de acuerdo con una variante, el medio período  $T/2$  de los patrones puede ser diferente de  $0,8 \times b$  si, de acuerdo con la aplicación particular mencionada anteriormente, se desea forzar la deformación de la pieza de acuerdo con una etapa diferente de la etapa de deformación natural.

30 De acuerdo con el modo de realización ilustrado en la Figura 12, los patrones para el área de resistencia mecánica reducida 100 tienen una longitud de onda variable.

En los ejemplos ilustrados en las Figuras 3 y 4, los patrones que se extienden sobre una pared 10, 20, 22 o 50 tienen fases opuestas. Se entiende que los interiores de las áreas 100 proporcionados, por ejemplo, en el borde 21 y de tal polaridad en comparación con este borde 21 que están dispuestos en la pared 50 están respectivamente orientados hacia el interior del perfil proporcionado en el borde 23, colocado de igual manera sobre la misma pared 50.

En el presente documento "interior" significa la parte del perfil de menor resistencia mecánica que está más alejada del borde asociado y/o el nivel en el que dicho perfil de resistencia mecánica reducida es más ancho.

La pieza P ilustrada en la Figura 3 comprende además áreas de menor resistencia mecánica 110 adicionales que se extienden sobre cada una de las paredes 10, 20, 22 y 50 entre las partes del interior de los distintos patrones que se extienden uno frente al otro sobre la misma pared 10, 20, 22 y 50. Las áreas de menor resistencia mecánica 110 adicionales tienen, por ejemplo, generalmente forma de disco.

De acuerdo con una variante (no mostrada), las áreas de menor resistencia mecánica 110 adicionales se mueven longitudinalmente respecto de las partes del interior extendiéndose una frente a la otra sobre la misma pared 10, 20, 22 y 50.

En el ejemplo mostrado en la Figura 3, las áreas de resistencia mecánica reducida 110 suplementarias de la misma pared 10, 20, 22 y 50 están alineadas, en general, en paralelo al eje longitudinal A, y se extienden, en general, a mitad de camino de las partes del interior que se extienden una frente a la otra sobre la misma pared.

En el ejemplo ilustrado en la Figura 4, los patrones que se extienden en la misma pared 10, 20, 22 y 50 tienen fases opuestas. La pieza P comprende otras áreas de menor resistencia mecánica 110 adicionales que se extienden transversalmente sobre cada una de las paredes 10, 20, 22 y 50 de modo que las partes del interior de los distintos patrones estén conectadas entre sí, extendiéndose una frente a la otra sobre la misma pared 10, 20, 22 y 50, pero en los bordes opuestos 11, 13, 21 o 23.

El modo de realización ilustrado en la Figura 5 está basado en una pieza que se muestra en la Figura 1b (conjunto de pieza en forma de sombrero y de placa de cubierta). En este ejemplo mostrado en la Figura 5, los patrones de las áreas de resistencia mecánica reducida 100 se extienden sobre la misma pared 10, 20, 22 y 50, pero están en fase en sus bordes opuestos 11, 13, 21 o 23. En el presente documento se entiende que los interiores del perfil proporcionado, por ejemplo, en el borde 21 y el de dicha polaridad en comparación con este borde 21 que están dispuestos en la pared 50, tienen fases opuestas, respectivamente, a los interiores del perfil proporcionado en el borde

opuesto 23 que están colocados de la misma manera sobre la misma pared 50. De acuerdo con el modo de realización ilustrado en la Figura 5, no se prevé ningún área adicional 150 en las áreas de resistencia mecánica reducida 100 que ondulan a lo largo de los bordes. Un área de resistencia mecánica reducida 100 se extiende sobre cada uno de los

5 La presente invención se refiere a piezas de acero.

Se puede aplicar a cualquier tipo de piezas que componen un vehículo de motor, por ejemplo, incluyendo, entre otros, un montante B o una viga lateral, o un dispositivo de amortiguamiento o absorción de energía.

10 Las áreas de transición de deformación están formadas por las áreas de resistencia mecánica reducida 100 durante una fuerza axial de compresión que permite orientar la dirección de la deformación lateral de la pieza alargada P, evitando de este modo la deformación aleatoria de las piezas.

15 La invención permite, por ejemplo, que la deformación de la viga lateral de una cabina mire hacia afuera y no hacia adentro, minimizando de este modo los riesgos de impacto para los ocupantes de la cabina.

La invención permite optimizar principalmente la absorción de la energía en caso de accidente.

20 El examen comparativo de las curvas representadas en la Figura 7 muestra que la energía absorbida durante la deformación de una pieza de acuerdo con la invención (curva "A") es mayor que la energía absorbida durante la deformación de una pieza común conocida en la técnica (curva "B "). Como se indicó anteriormente, la curva B representa la energía absorbida durante la deformación de una pieza común conocida en la técnica que comprende un área de resistencia mecánica reducida en toda su sección transversal mostrada en la Figura 9a antes de la deformación y en la Figura 9b después de la deformación, mientras que la curva A representa la energía absorbida durante la deformación de una pieza de acuerdo con la invención que comprende un área de resistencia mecánica reducida que ondula a lo largo de un borde, mostrada en la Figura 10a antes de la deformación y en la Figura 10b después de la deformación.

30 Más específicamente, de acuerdo con el ejemplo ilustrado en la Figura 7, la curva A muestra que la energía absorbida por una pieza de la presente invención es mayor, en torno al 65 % de la energía absorbida por una pieza de acuerdo con la técnica anterior.

35 La invención también permite reducir los picos de aceleración experimentados por los ocupantes de un vehículo en caso de accidente.

40 Como se indica anteriormente, la Figura 8 ilustra curvas que muestran comparativamente la tensión generada en función de la amplitud de deformación de las mismas piezas, mostrando, respectivamente, una curva B de la tensión resultante de una pieza común muy conocida en la técnica que comprende un área de resistencia mecánica reducida en toda su sección transversal mostrada en la Figura 9a antes de la deformación y en la Figura 9b después de la deformación, y una curva A que muestra la tensión resultante de una pieza de acuerdo con la invención, que comprende un área de resistencia mecánica reducida que ondula a lo largo de un borde, mostrada en la Figura 10a antes de la deformación y en la Figura 10b después de la deformación.

45 La presente invención no se limita, por supuesto, a los modos de realización descritos anteriormente, sino que se extiende a cualquier variante dentro de su espíritu.

Por ejemplo, se puede prever agregar elementos de refuerzo unidos y/o nervaduras de refuerzo ubicados sobre algunas paredes de la pieza P.

50 El término "pieza metálica" en el contexto de la presente invención debe entenderse en un sentido amplio que incluye tanto una estructura de monobloque sin montaje como una estructura formada mediante el ensamblaje de una pluralidad de elementos inicialmente individualizados, pero conectados mediante el ensamblaje.

55 Un modo de realización alternativo de la presente invención se muestra en la Figura 11, caracterizado por que se proporciona un área de perfil ondulado o periódico con menor resistencia mecánica, que ondula a lo largo de un único borde 23.

60 La Figura 14 representa un modo de realización de un área de resistencia mecánica reducida 100 que ondula en un único borde 11 de una pieza en forma de sombrero ilustrada en la Figura 1a. Los dos bordes que limitan el área 100 tienen un perfil generalmente sinusoidal, excepto por una nivelación local mediante directrices paralelas al borde 11.

La Figura 15 representa un modo de realización adicional que comprende un área de resistencia mecánica reducida 100 que ondula en cada uno de los cuatro bordes 11, 13, 21 y 23 de una pieza que se ilustra en la Figura 1a.

65 La Figura 16 representa una variante de la Figura 14 adaptada a una pieza que se ilustra en la Figura 1b de acuerdo

con la cual el área de resistencia mecánica reducida 100 es discontinua. De acuerdo con la representación mostrada en la Figura 16, la pieza metálica de acuerdo con la invención comprende una sucesión de bandas de resistencia mecánica reducida 100 distribuidas a lo largo de la longitud del borde 11 que ondulan en ambos lados, dos bandas sucesivas de resistencia mecánica reducida 100 que están separadas por un área intermedia de mayor resistencia mecánica 102. Más específicamente, de acuerdo con la representación mostrada en la Figura 16, el área intermedia 102 está ubicada entre dos partes interiores del área de resistencia mecánica reducida 100, ubicada, respectivamente, entre las dos paredes 20 y 50 sobre ambos lados del borde 11.

La Figura 17 muestra una variante de la Figura 16 aplicada a una pieza en forma de sombrero ilustrada en la Figura 1a, donde el área intermedia de resistencia mecánica elevada 102 ubicada entre dos bandas sucesivas de resistencia mecánica reducida 100 se sitúa a nivel de los interiores del perfil de resistencia mecánica reducida.

La Figura 19 representa una pieza tubular P que comprende áreas de resistencia mecánica reducida 100 que ondulan a lo largo de cada borde 11, 13, 21 y 23 de acuerdo con un perfil sinusoidal cuyo período es igual a  $0,8 \times b$ , mientras que la Figura 20 representa la deformación obtenida de la misma pieza con una tensión longitudinal. Los expertos en la técnica entenderán la comparación entre las Figuras 19 y 20 cuando la presencia de un área 100 que ondula a lo largo de los bordes permita que los pliegues se dispongan de forma alterna sobre cada uno de los lados de la pieza. De hecho, como se muestra en la Figura 20, con esta disposición, los pliegues que sobresalen hacia afuera de la pieza se ubican de forma alterna en los pares de paredes opuestas alternas. Más específicamente, en la Figura 20, los pliegues externos 190 y 192 están colocados en una pared 10, mientras que los pliegues externos 191 y 193 están situados de forma alterna en una pared adyacente 22.

Las pruebas realizadas en una pieza de este tipo que comprende áreas de resistencia mecánica reducida 100 que ondulan a lo largo de los bordes han demostrado que, en comparación con las piezas de la técnica anterior, que comprenden anillos de resistencia mecánica reducida en toda su sección transversal, distribuidos a lo largo de su longitud, la invención permite limitar el pico de tensión en caso de colisión al mismo nivel que la técnica anterior, aumentando la energía absorbida en torno al 65 % sin que haya riesgo de ruptura de la pieza durante la deformación.

Las Figuras 21 y 22 muestran bandas de resistencia mecánica comparativamente reducida de acuerdo con la invención, cuyo período corresponde a múltiples bandas respectivas de una longitud de onda base  $\lambda_0$ . Más específicamente, la longitud de las áreas de resistencia mecánica reducida 100 mostradas en la Figura 22 es el doble del período de las áreas de resistencia mecánica reducida 100 mostradas en la Figura 21. Típicamente, pero sin limitarse al período de las áreas 100 mostradas en la Figura 21, puede ser igual al período  $\lambda_0$  de las deformaciones naturales de la pieza, un medio período de las áreas 100 igual al medio período natural  $\lambda_0/2$  de la deformación de la pieza, mientras que el período de las áreas 100 mostradas en la Figura 22 es el doble que el de la Figura 21.

Como se ilustra en las Figuras 23 y 24, de acuerdo con una característica ventajosa adicional de la invención, el área de menor resistencia mecánica 100 que ondula a lo largo de un borde, se extiende predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde extendiéndose parcialmente sobre las dos paredes sobre ambos lados de un borde común, con una distribución lineal de acuerdo con una sección transversal al eje de alargamiento principal A, a nivel del interior de los patrones, de forma alterna, al menos un 60 %, preferentemente al menos un 70 %, en una primera pared adyacente al borde, y un máximo de un 40 %, preferentemente al menos un 30 %, en la segunda pared adyacente al borde a nivel de un medio período del patrón de resistencia reducida, y a continuación a la inversa para el siguiente medio período.

De acuerdo con una característica ventajosa adicional de la invención, como se ilustra en la Figura 25, las áreas de resistencia mecánica reducida 100 cubren una distribución lineal de acuerdo con una sección transversal al eje de alargamiento principal, al menos un 10 %, preferentemente al menos un 25 %, de la anchura de una pared y un máximo de un 80 %, preferentemente un máximo de un 60 %, de esta anchura. Esta disposición permite optimizar las deformaciones sin debilitar la pieza.

La Figura 26 ilustra un modo de realización alternativo de acuerdo con la invención según el cual se forman áreas de resistencia mecánica reducida 100 en cada serie de intervalos sucesivos de resistencia mecánica reducida 100a, 100b, 100c, etc. cuyo contorno general corresponde a un perfil que ondula a lo largo de un borde 23.

Los expertos en la técnica entenderán, al leer la descripción anterior y al examinar los dibujos que la acompañan, que el contorno de las áreas de resistencia mecánica reducida 100 que ondulan a lo largo de un borde, es decir, los bordes laterales longitudinales de estas áreas, se puede realizar de distintas formas dentro del contexto de la invención. Por tanto, de acuerdo con las Figuras 3 a 5 y 11 a 13, uno de los bordes de las áreas 100 es sinusoidal mientras que el segundo borde de las áreas 100 es rectilíneo y corresponde a un borde de la pieza. De acuerdo con las Figuras 14 a 17, 19, 23, 25 y 26, los dos bordes de las áreas 100 son generalmente sinusoidales y equidistantes a lo largo de la longitud del patrón, nivelándose, según sea necesario, mediante una directriz paralela al borde como se indica, por ejemplo, en la Figura 19.

A modo de ejemplo no limitante, la presente invención cubre especialmente áreas de resistencia mecánica reducida 100 correspondientes a los siguientes valores:

• Ejemplo 1:

límite elástico de 400 MPa +/- 50 MPa

5

resistencia a la tracción de 600MPa +/- 50 MPa

• Ejemplo 2:

límite elástico de 490 MPa a 600 MPa

10

resistencia a la tracción de 700 MPa a 800 MPa

• Ejemplo 3:

límite elástico de 650 MPa a 750 MPa

15

resistencia a la tracción de 850 MPa a 950 MPa

20

siguiéndose para el resto del cuerpo la definición que se indica a continuación:

límite elástico de 1.150 MPa +/- 150 MPa

resistencia a la tracción de 1.550 MPa +/- 150 MPa.

25

La Figura 29a muestra esquemáticamente un ejemplo de un sistema láser; el sistema láser puede tener un conector de fibra 1003. El conector de fibra 1003 puede estar conectado en un extremo distal a una fibra óptica 1001.

30

El conector de fibra 1003 puede permitir una conexión y una desconexión rápidas y fiables a la fibra óptica 1001. La fibra óptica 1001 puede actuar como guía para el haz de partículas y ondas.

Se puede proporcionar una unidad de colimación 1005. La unidad de colimación 1005 puede hacer que las direcciones de movimiento del haz de rayos láser se alineen más en una dirección específica.

35

El sistema láser puede tener un pirómetro monocolor 1008, aunque también pueden existir algunas otras alternativas, p. ej., un pirómetro bicolor 1007. El pirómetro monocolor 1008 puede determinar la temperatura midiendo la radiación emitida desde una superficie con una longitud de onda. De esta manera, la potencia del haz de rayos láser se puede regular teniendo en cuenta la temperatura.

40

También se muestra esquemáticamente un homogeneizador con zum 1010. El homogeneizador con zum puede adaptar la forma del punto de rayo láser como se describe más adelante.

45

En ejemplos alternativos, el homogeneizador con zum 1010 se puede configurar para conectarse en el segundo extremo a una unidad de acoplamiento 1020. La unidad de acoplamiento 1020 puede estar unida a un elemento de enfoque 1011. El elemento de acoplamiento 1020 se puede configurar para proporcionarse con un adaptador 1009. El adaptador 1009 puede estar unido a una cámara 1015, p. ej., una cámara EMAQS. La cámara EMAQS es un sistema de adquisición de datos de temperatura basado en cámara, aunque también existen algunas otras alternativas, p. ej., la cámara CCD 1014.

50

En algunos otros ejemplos alternativos, el homogeneizador con zum 1010 se puede configurar para conectarse a un pirómetro monocolor 1060, aunque también pueden existir algunas otras alternativas, p. ej., un pirómetro bicolor 1061. El pirómetro monocolor 1060 puede determinar la temperatura midiendo la radiación emitida desde una superficie con una longitud de onda. De esta manera, la potencia del haz de rayos láser se puede regular teniendo en cuenta la temperatura.

55

El sistema láser se puede montar en un robot (no mostrado). El robot se puede montar en el suelo, pero también pueden existir algunas otras configuraciones, p. ej., montaje en el techo. El robot se puede controlar mediante medios de control (no mostrados). Un ejemplo de un robot que se puede emplear es el robot IRB 6660 o IRB 760, disponible en ABB, entre otros.

60

La potencia del rayo láser del sistema láser puede estar limitada a 20.000 W.

65

La Figura 29b muestra esquemáticamente el homogeneizador con zum 1010. El homogeneizador con zum 1010 puede transformar el haz en una forma, p. ej., rectangular, circular. El homogeneizador con zum 1010 puede ser parte del sistema láser mostrado en la Figura 29a. El homogeneizador con zum 1010 puede comprender una carcasa 1038 que encierra el sistema láser al menos parcialmente.

- 5 La carcasa 1038 puede comprender un conjunto de lentes 1030A, 1030B y 1030C. El conjunto de lentes 1030A, 1030B y 1030C puede ajustar un punto del haz de rayos láser a la anchura o longitud de las distintas partes del elemento escaneado durante la aplicación del rayo láser. El conjunto de lentes puede implementar diversas líneas de enfoque o áreas con longitudes o anchuras de borde de hasta 180 mm. La distribución de energía en forma de dedal en el foco del rayo láser puede ser homogénea en todo el intervalo de ajuste; por tanto, se puede garantizar la entrada de energía uniforme en todo el intervalo de ajuste. El conjunto de lentes 1030A, 1030B y 1030C se puede diseñar para potencias de salida de rayo láser de hasta 20.000 W.
- 10 Un motor con engranaje reductor 1034 puede ajustar el tamaño del punto del haz de rayos láser que actúa sobre el conjunto de lentes 1030A, 1030B y 1030C. El punto del haz de rayos láser puede ser ajustable por motor en ambos ejes. Con el conjunto de lentes 1030A, 1030B y 1030C se puede implementar una pluralidad de tamaños y relaciones de foco. El movimiento motorizado del conjunto de lentes 1030A, 1030B y 1030C mediante el motor con engranaje reductor 1034 puede permitir el ajuste dinámico de la anchura o altura del haz de rayos láser. El accionamiento del motor con engranaje reductor 1034 puede permitir la integración con cualquier sistema de control de máquina.
- 15 El motor con engranaje reductor 1034 puede estar unido a un husillo roscado 1033. El husillo roscado 1033 puede transmitir el movimiento generado por el motor con engranaje reductor 1034. El husillo roscado 1033 puede tener unida una tuerca de husillo 1032 en un extremo distal. Se puede proporcionar una unidad de control de movimiento 1036 que controle el movimiento de algunos de los elementos del homogeneizador con zum 1010, p. ej., el motor con engranaje reductor 1034. La posición o velocidad del motor con engranaje reductor 1034 se puede controlar utilizando algún tipo de dispositivo, tal como un servo, aunque también existen algunas otras opciones, p. ej., una bomba hidráulica, un actuador lineal o un motor eléctrico.
- 20
- 25 Aunque solo se han descrito una serie de ejemplos en el presente documento, también son posibles otras alternativas, modificaciones, usos y/o equivalentes de los mismos. Además, también están cubiertas todas las posibles combinaciones de los ejemplos descritos. Por tanto, el alcance de la presente invención no debería estar limitado por ejemplos particulares, sino que debería estar determinado solamente por una lectura correcta de las reivindicaciones que se incluyen a continuación.

**REIVINDICACIONES**

5 **1.** Pieza metálica (P) que tiene una forma generalmente alargada de acuerdo con una dirección longitudinal (A), para fabricar un vehículo de motor, que comprende:

- al menos un borde (11, 13, 21, 23) que se extiende de acuerdo con una dirección longitudinal, en la intersección de dos paredes (10, 20, 22, 50) de la pieza, y

10 - al menos un área (100) que tiene una resistencia mecánica menor que el resto del cuerpo de la pieza, en la que la al menos un área (100) se forma mediante control térmico local de la pieza,

15 estando la pieza **caracterizada por que** al menos un área de menor resistencia mecánica está dispuesta ondulada a lo largo del borde (11, 13, 21, 23) extendiéndose al menos predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes (10, 20, 22, 50) que forman dicho borde.

**2.** Pieza metálica de acuerdo con la reivindicación 1, en la que al menos dicha área que tiene una resistencia mecánica menor que el resto del cuerpo de la pieza tiene un límite elástico más de un 10 % menor que el resto del cuerpo.

20 **3.** Pieza metálica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que la al menos un área que tiene una resistencia mecánica menor que el resto del cuerpo de la pieza tiene una resistencia a la tracción más de un 10 % menor que el resto del cuerpo.

25 **4.** Pieza metálica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el área de menor resistencia mecánica (100) que ondula a lo largo del borde (11, 13, 21, 23) se extiende al menos predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde, formando un patrón generalmente periódico que ondula a lo largo del borde.

30 **5.** Pieza metálica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el área de menor resistencia mecánica (100) está formada por una banda continua de resistencia mecánica reducida a lo largo del borde.

**6.** Pieza metálica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el área de menor resistencia mecánica (100) está formada por una serie de intervalos sucesivos de resistencia mecánica reducida.

35 **7.** Pieza metálica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 o 6, en la que el área de menor resistencia mecánica (100) está formada por una sucesión de bandas de resistencia mecánica reducida distribuidas a lo largo del borde, estando dos bandas sucesivas de resistencia mecánica reducida separadas por un área intermedia de mayor resistencia mecánica.

40 **8.** Pieza metálica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que la pieza metálica comprende:

- al menos dos bordes (11, 13, 21, 23) que se extienden de acuerdo con la dirección longitudinal (A), cada uno en la intersección de dos paredes respectivas (10, 20, 22, 50) entre las cuales se proporciona una pared común entre los dos bordes, y

45 - un área de menor resistencia mecánica (100) que ondula a lo largo de cada uno de los dos bordes y se extiende predominantemente de forma alterna sobre cada una de las paredes que forman dicho borde.

50 **9.** Pieza metálica de acuerdo con la reivindicación 8, en la que los patrones de las áreas de resistencia mecánica reducida (100) que ondulan en dos bordes adyacentes (11, 13, 21, 23) están en fase.

**10.** Pieza metálica de acuerdo con la reivindicación 8, en la que los patrones de las áreas de resistencia mecánica reducida (100) que ondulan en dos bordes adyacentes (11, 13, 21, 23) tienen fases opuestas.

55 **11.** Pieza metálica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en la que la parte cubierta por el área de menor resistencia mecánica (100) tiene un perfil periódico del cual al menos un borde se selecciona del grupo que comprende una forma sinusoidal ondulada, cuadrada, triangular o de dientes de sierra.

60 **12.** Pieza metálica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en la que al menos un área de resistencia mecánica reducida (100) tiene una resistencia a la tracción inferior a 1.000 MPa en comparación con el resto de la pieza que tiene una resistencia a la tracción de al menos 1.300 MPa, preferentemente superior a 1.400 MPa.

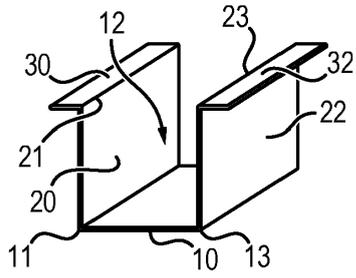
65 **13.** Pieza metálica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en la que al menos un área de menor resistencia mecánica (100) tiene un límite elástico inferior a 950 MPa en comparación con el resto de la pieza que tiene un límite elástico de al menos 1.000 MPa, preferentemente superior a 1.150 MPa.

**14.** Un procedimiento para fabricar una pieza metálica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que

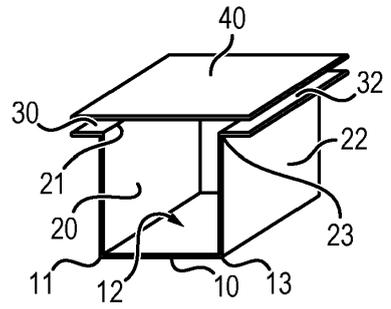
5 comprende una etapa de tratar al menos una parte del cuerpo de la pieza para reducir localmente la resistencia mecánica de un área de la pieza para formar un área de resistencia mecánica reducida que ondula a lo largo de un borde (11, 13, 21, 23) que se extiende de acuerdo con la dirección longitudinal en la intersección de dos paredes (10, 20, 22, 50) de la pieza, cubriendo predominantemente de forma alterna cada una de las paredes sobre ambos lados de dicho borde (11, 13, 21, 23).

**15.** Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la reducción local de la resistencia mecánica se realiza aplicando un haz de rayos láser, en el que el tamaño del punto del haz de rayos láser se ajusta durante la aplicación del haz de rayos láser.

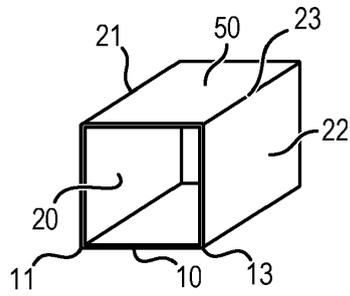
**FIG. 1a**

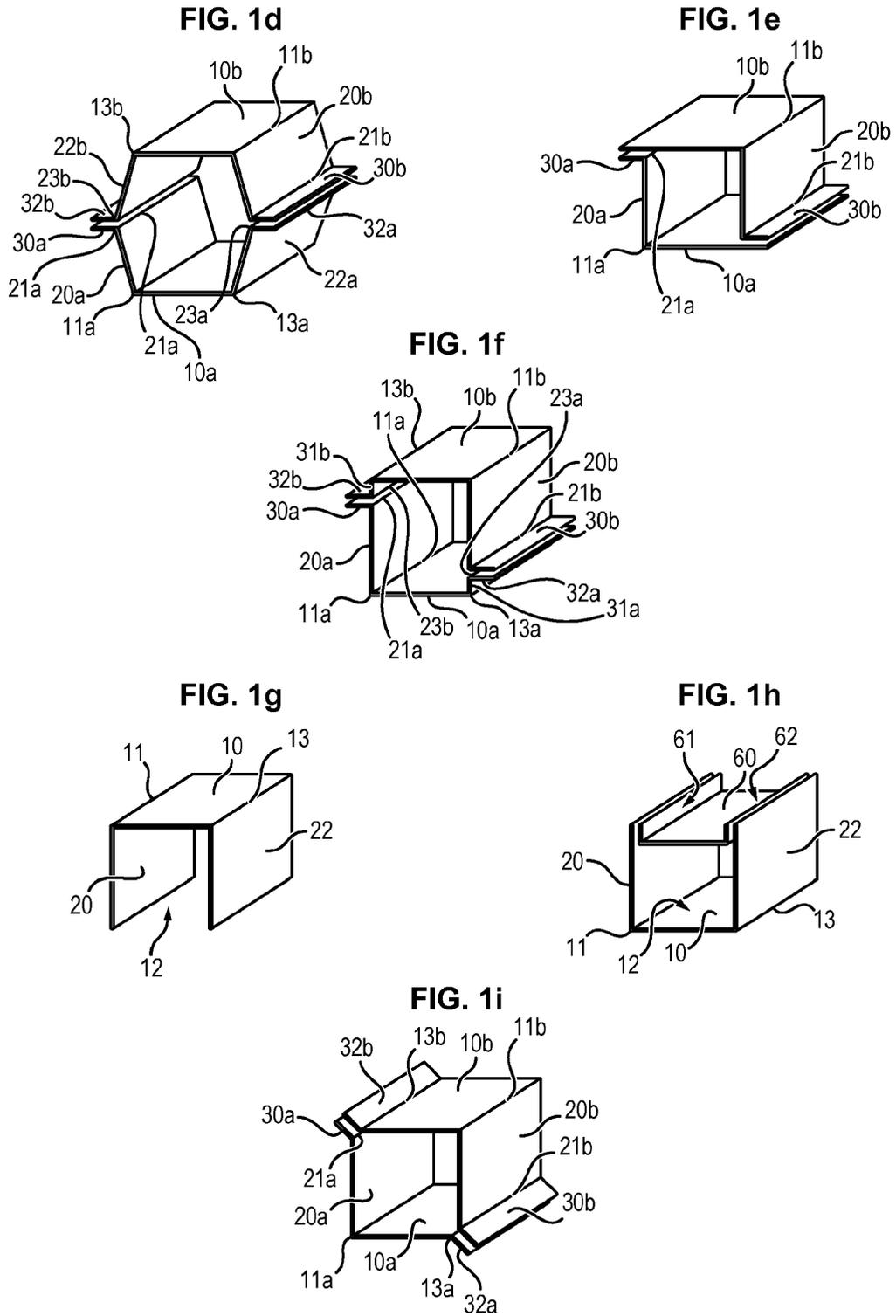


**FIG. 1b**

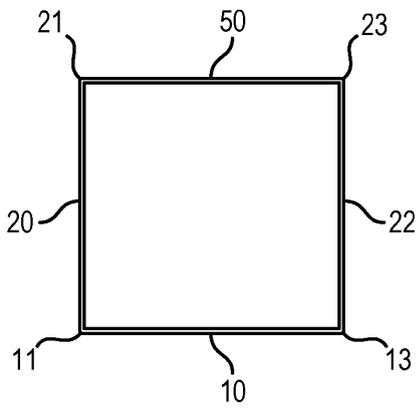


**FIG. 1c**

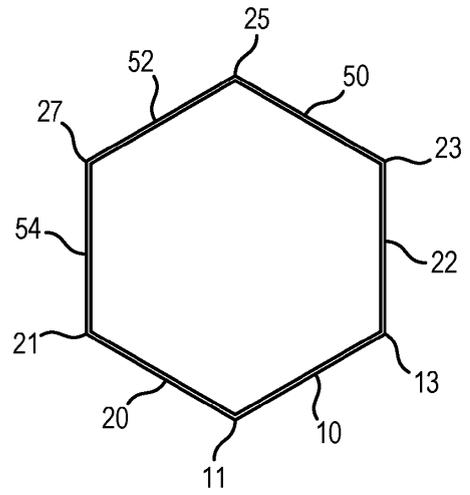




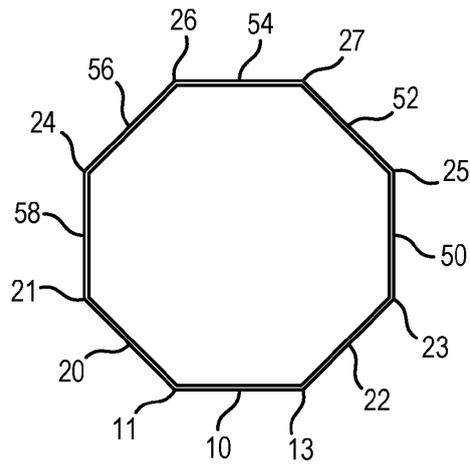
**FIG. 2a**

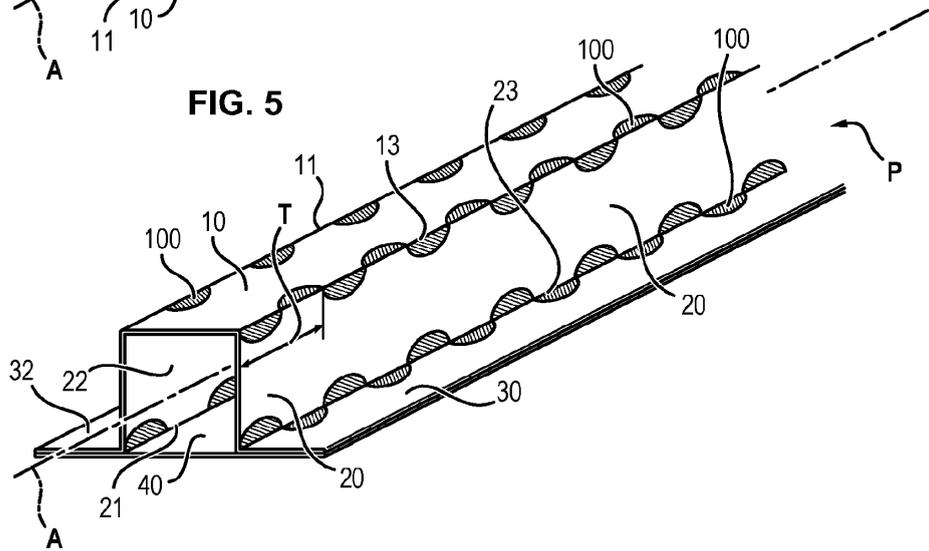
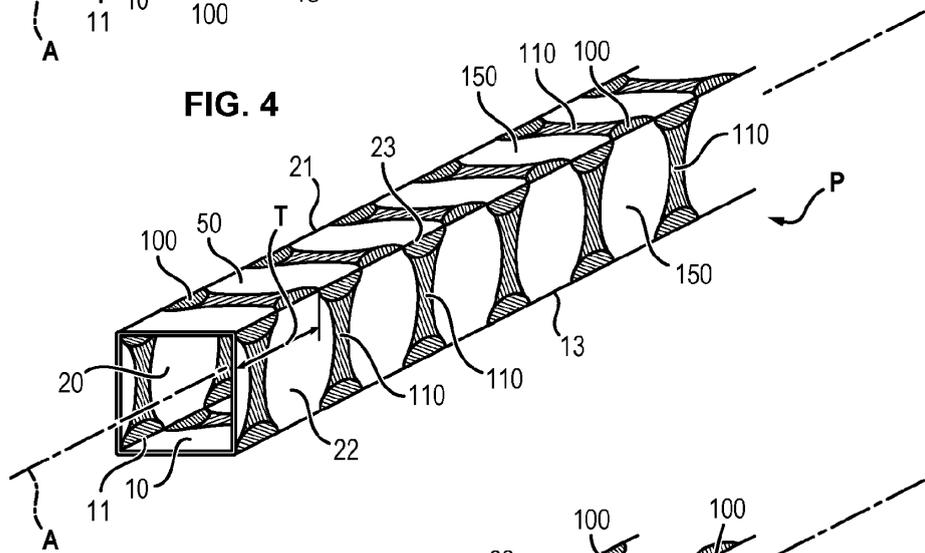
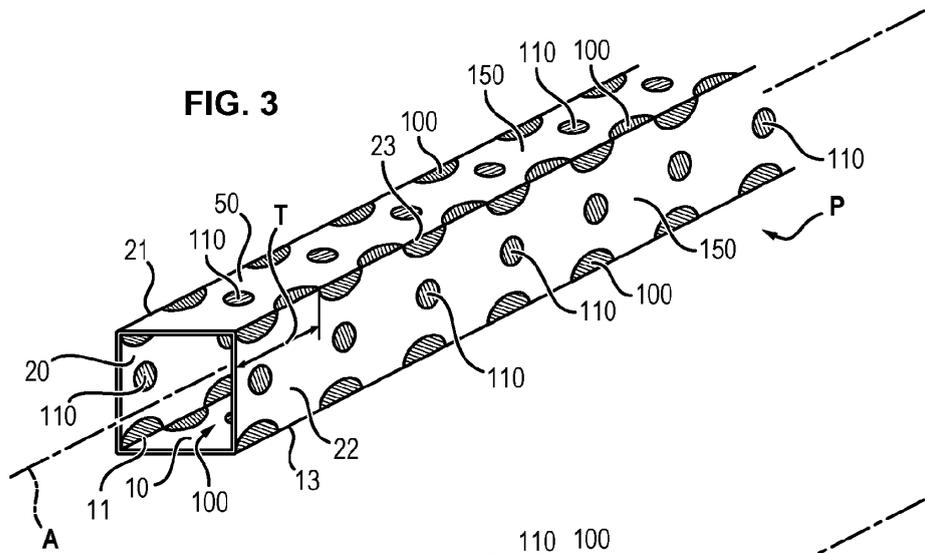


**FIG. 2b**

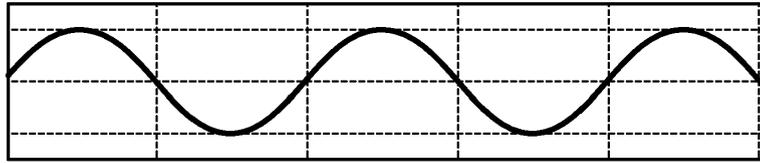


**FIG. 2c**

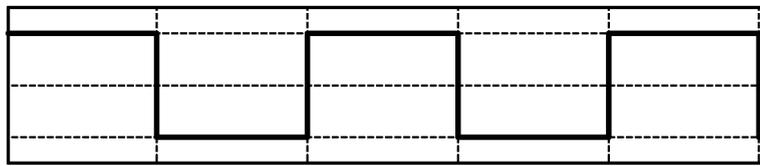




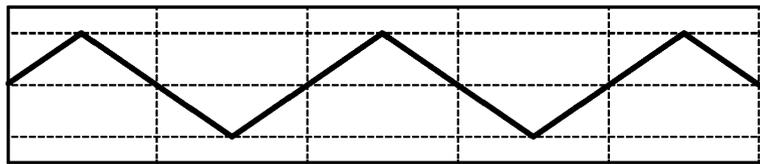
**FIG. 6a**



**FIG. 6b**



**FIG. 6c**



**FIG. 6d**

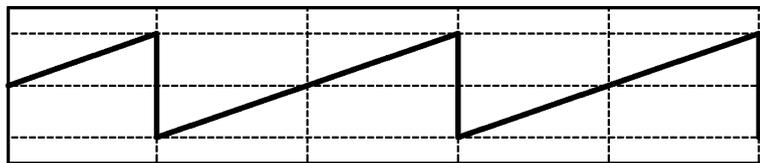


FIG. 7

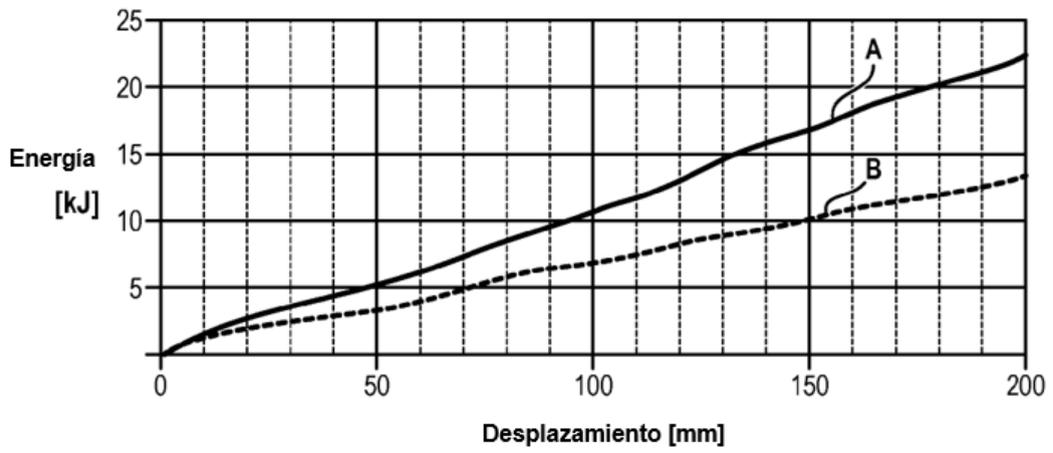
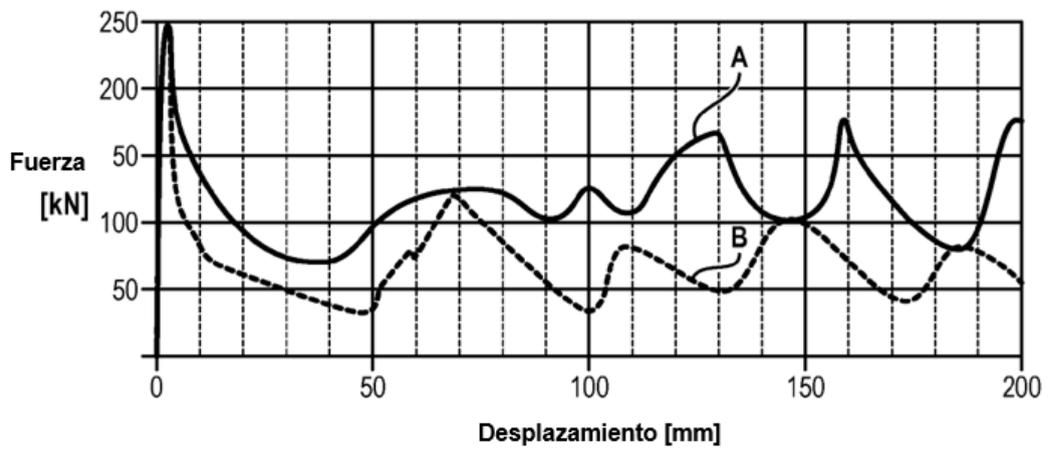
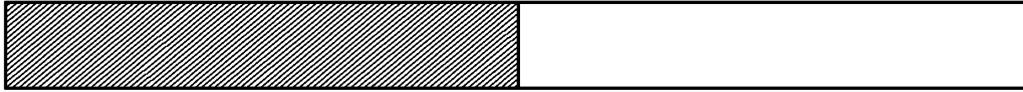


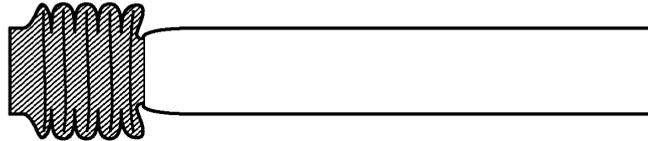
FIG. 8



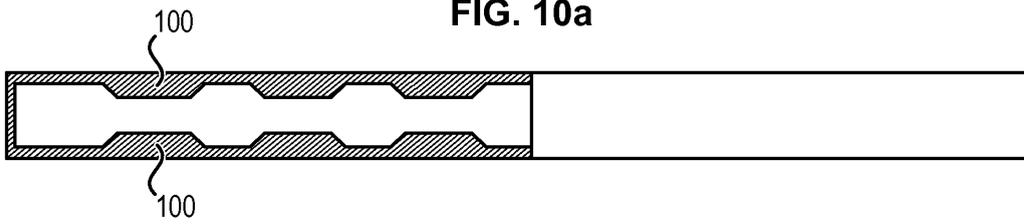
**FIG. 9a**



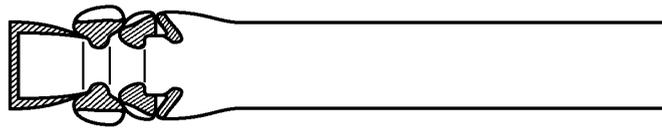
**FIG. 9b**

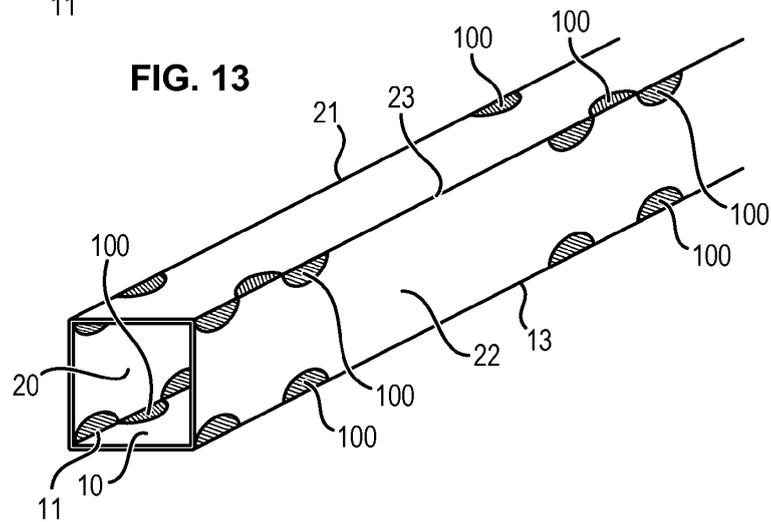
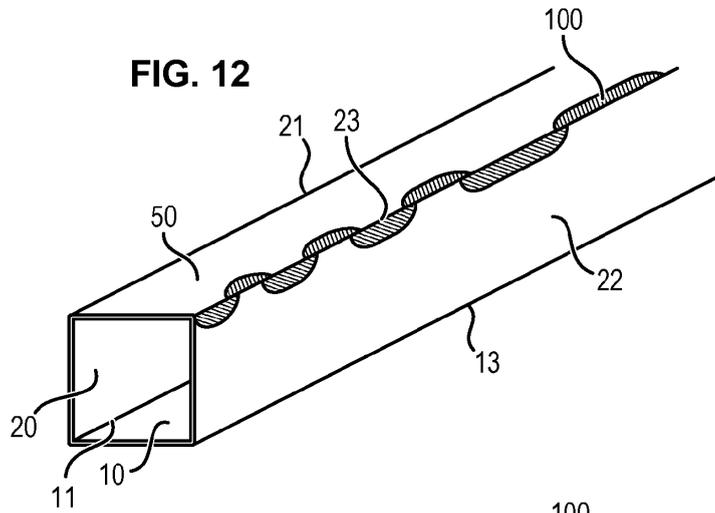
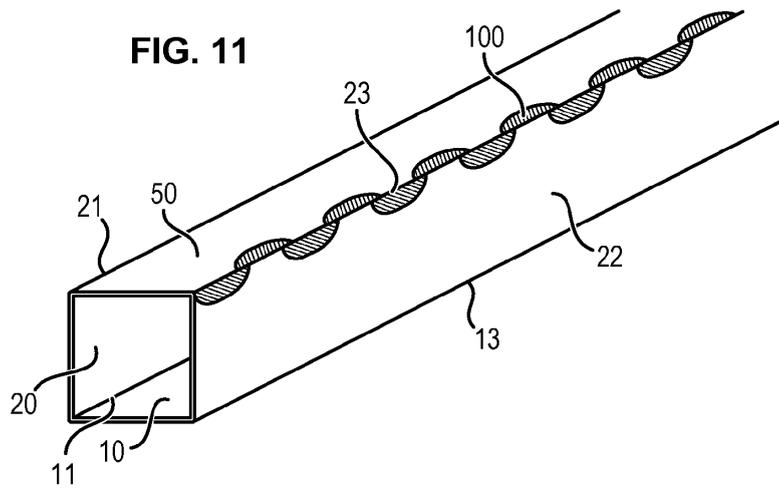


**FIG. 10a**

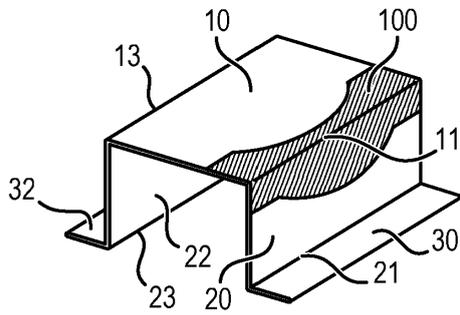


**FIG. 10b**

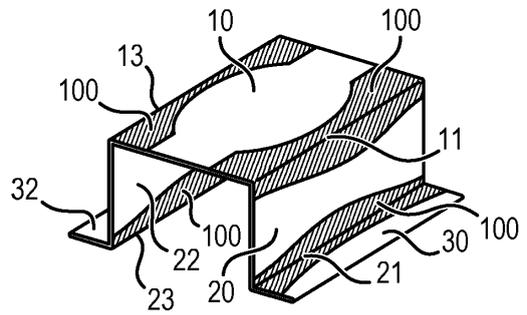




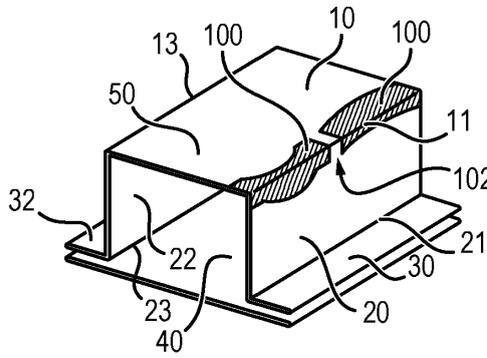
**FIG. 14**



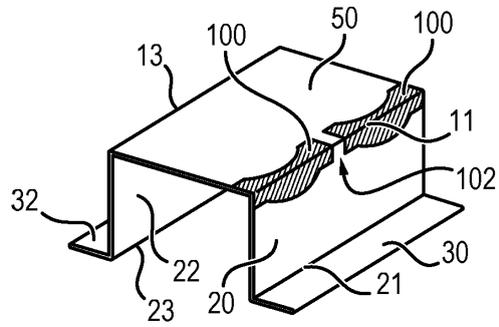
**FIG. 15**



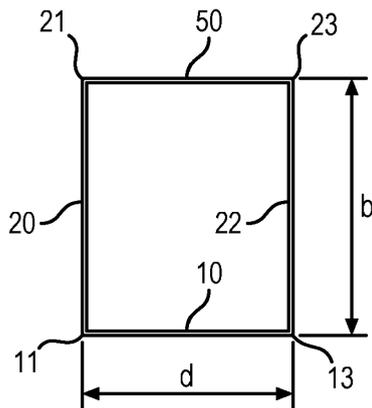
**FIG. 16**



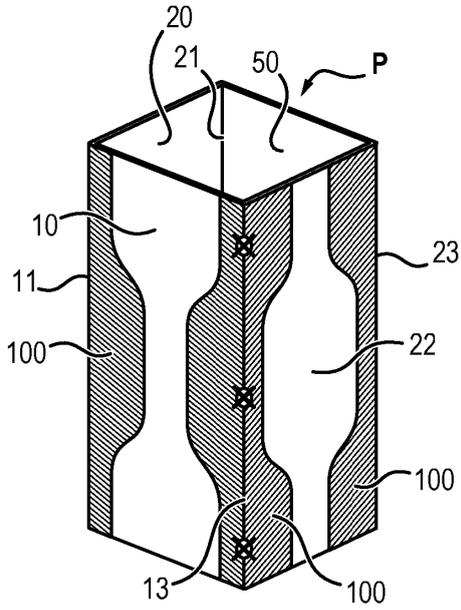
**FIG. 17**



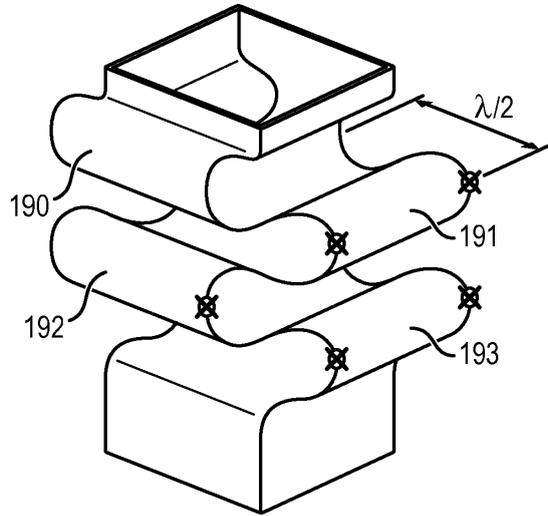
**FIG. 18**



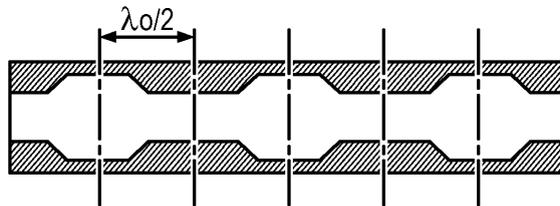
**FIG. 19**



**FIG. 20**



**FIG. 21**



**FIG. 22**

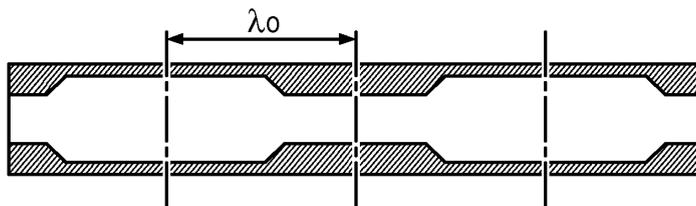


FIG. 23

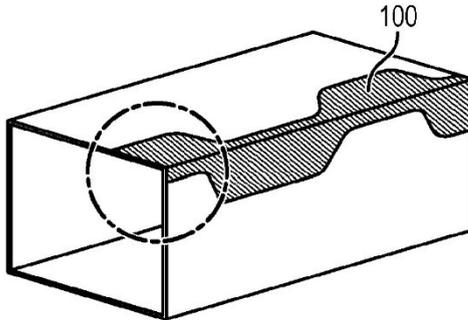


FIG. 24

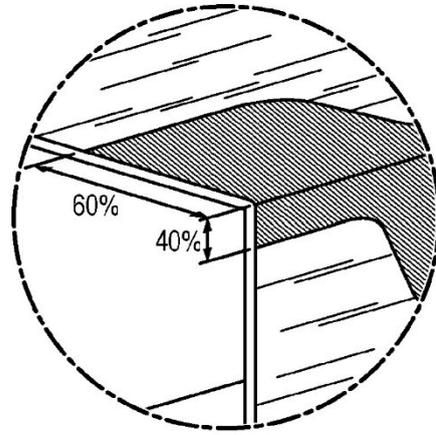


FIG. 25

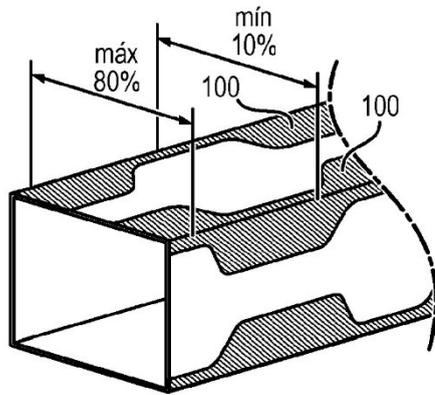


FIG. 27



FIG. 26

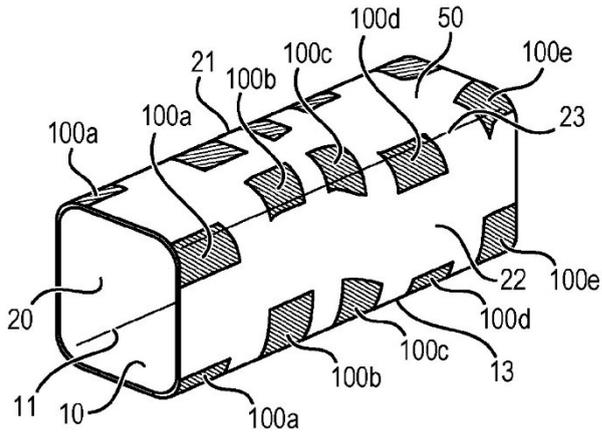
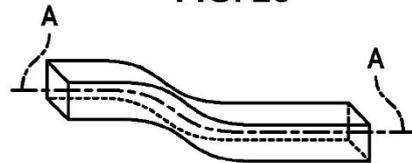


FIG. 28



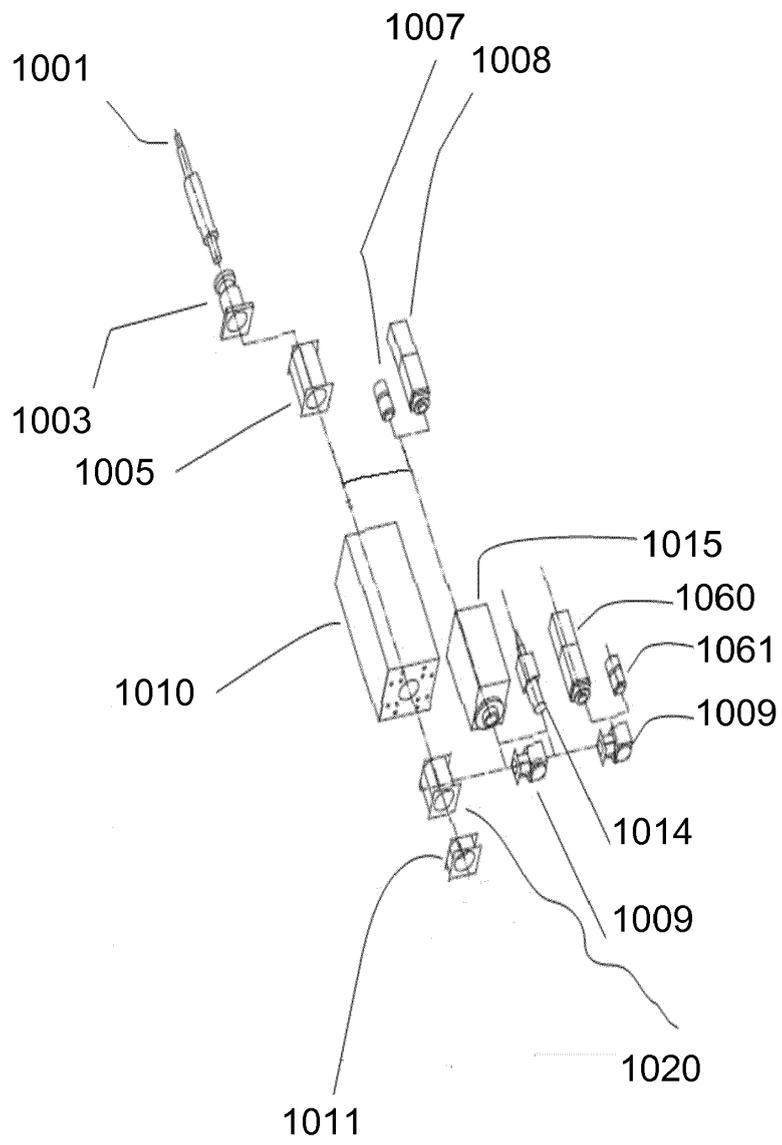


Fig. 29a

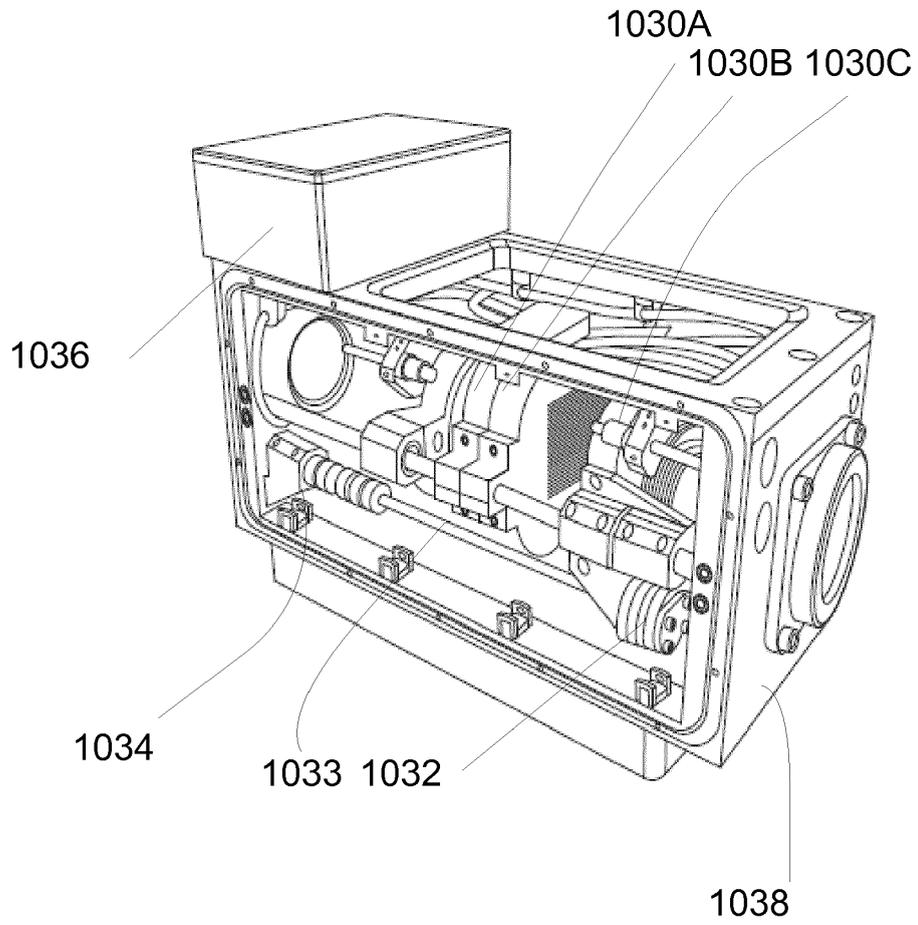


Fig. 29b