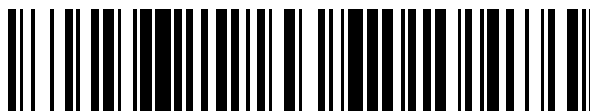


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 739**

51 Int. Cl.:

B62D 25/04 (2006.01)
B62D 25/06 (2006.01)
B62D 25/20 (2006.01)
B60J 5/00 (2006.01)
B60R 19/04 (2006.01)
B62D 21/15 (2006.01)
B62D 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2016 PCT/JP2016/080113**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **13.04.2017 WO17061631**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2016 E 16853782 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 3342684**

54 Título: **Miembro estructural y vehículo**

30 Prioridad:

09.10.2015 JP 2015200974

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.03.2020

73 Titular/es:

NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP

72 Inventor/es:

HIROSE, SATOSHI;
ISHIMORI, YUICHI y
FUKUCHI, HIROSHI

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 749 739 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

Miembro estructural y vehículo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un miembro estructural resistente a impactos y a un vehículo que usa el mismo.

10 **Antecedentes de la técnica**

Los miembros estructurales usados como miembros de refuerzo se requieren para vehículos que tienen alta resistencia y un peso ligero. Por ejemplo, el documento WO 2005/058624 (Documento de patente 1) desvela un tubo de metal a unir a la carrocería del vehículo de un automóvil para resistencia al impacto, donde están soportados ambos extremos del tubo. Este tubo de metal incluye una curva a lo largo de toda su longitud o a lo largo de una parte de la misma. El tubo de metal está dispuesto de tal manera que la dirección en la que la periferia exterior de las caras dobladas se alinea, en general, con la dirección de los impactos que pueden aplicarse a la carrocería del vehículo. El tubo de metal tiene una resistencia mejorada al impacto para el refuerzo de la carrocería del vehículo sobre los miembros de refuerzo que usan tubos rectos.

20 **Documentos de la técnica anterior**

Documentos de patentes

El documento de patente 1: WO 2005/058624 JP 2004 114912 A desvela un miembro estructural de acuerdo con la sección de precharacterización de cada una de las reivindicaciones 1, 2, 3 y 4.

Sumario de la invención

Problemas a resolver por la invención

Normalmente, cuando el espesor de la pared de un miembro estructural debe reducirse para reducir su peso, su resistencia aumenta. Cuando el miembro estructural recibe un impacto que está por encima de su límite de elasticidad, se dobla bruscamente de tal manera que la curva sobresale. Si se reduce el espesor de la pared del miembro estructural, la extensión de la protuberancia acompañada por una curva bajo un impacto tiende a ser grande. Mientras tanto, si un miembro estructural se va a usar en un vehículo, por ejemplo, es preferible que, cuando un impacto debido a un choque deforma el miembro estructural, la extensión de la protuberancia acompañada por la curva resultante del miembro estructural sea pequeña, debido a que una gran protuberancia en una curva significa absorción de energía local, lo que significa que todo el miembro tiene solo una pequeña absorción de energía. Si un miembro estructural absorbe energía de impacto de manera más eficaz, la energía de impacto aplicada al pasajero en el vehículo se reducirá.

En vista de esto, la presente solicitud desvela un miembro estructural que es capaz de absorber de manera eficaz la energía de impacto y un vehículo que usa el mismo.

45 **Medios para resolver el problema**

Un miembro estructural de acuerdo con una realización de la presente invención se define por las reivindicaciones 1, 2, 3 y 4. El miembro estructural descrito en lo sucesivo en el presente documento incluye: una parte de superficie superior; un miembro de sombrero; y una placa de cierre. El miembro de sombrero incluye: un par de paredes laterales que se extienden desde ambos bordes de la parte de superficie superior y se enfrentan entre sí; y un par de pestañas proporcionadas en las paredes laterales respectivas, extendiéndose cada pestaña hacia fuera como se determina a lo largo de la dirección en la que las paredes laterales están dispuestas desde un segundo borde de la pared lateral asociada opuesto a un primer borde de la misma adyacente a la parte de superficie superior. La placa de cierre está en contacto con el par de pestañas del miembro de sombrero. Cada una de las paredes laterales incluye una parte de baja resistencia que se extiende desde el primer borde de la pared lateral hasta una posición a una distancia predeterminada. La distancia predeterminada es del 20 al 40 % de la altura de la pared lateral. El límite de elasticidad de la parte de baja resistencia es del 60 al 85 % del límite de elasticidad de la pared lateral como se mide en una posición de la mitad de la altura de la misma.

60 **Efecto de la invención.**

La divulgación de la presente solicitud proporciona un miembro estructural que, al recibir un impacto, es capaz de absorber de manera eficaz la energía del impacto.

65 **Breve descripción de los dibujos**

- La figura 1A es una vista en sección transversal de un miembro estructural de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 1B es una vista en planta del miembro estructural mostrado en la figura 1A.
- La figura 1C es una vista lateral del miembro estructural mostrado en la figura 1A.
- 5 La figura 2 ilustra esquemáticamente cómo puede realizarse una prueba de impacto.
- La figura 3 muestra cómo un miembro estructural que tiene una distribución de resistencia uniforme puede deformarse bajo un impacto.
- La figura 4 muestra cómo un miembro estructural que tiene una parte de baja resistencia puede deformarse bajo un impacto.
- 10 La figura 5 ilustra el comportamiento de deformación de un miembro estructural que tiene una distribución de resistencia uniforme.
- La figura 6 ilustra el comportamiento de deformación de un miembro estructural que tiene una parte de baja resistencia.
- La figura 7A muestra cómo un miembro estructural puede deformarse bajo una carga de impacto.
- 15 La figura 7B muestra cómo un miembro estructural puede deformarse bajo una carga de impacto.
- La figura 8 ilustra el comportamiento de deformación de un miembro estructural con una parte de baja resistencia con un intervalo menor que el de la figura 6.
- La figura 9A es una vista en sección transversal de un miembro estructural de acuerdo con una variación de la realización.
- 20 La figura 9B es una vista en sección transversal de un miembro estructural de acuerdo con una variación, con su placa de cierre modificada.
- La figura 10 muestra un miembro estructural con su parte de superficie superior inclinada, que ilustra la dirección de la altura de las paredes laterales 1b.
- La figura 11A es una vista en sección transversal de un miembro estructural de acuerdo con una variación.
- 25 La figura 11B es una vista en sección transversal de un miembro estructural de acuerdo con una variación.
- La figura 11C es una vista en sección transversal de un miembro estructural de acuerdo con una variación.
- La figura 11D es una vista en planta del miembro estructural mostrado en la figura 11B.
- La figura 12A es una vista en sección transversal de un miembro estructural de acuerdo con otra realización.
- La figura 12B es una vista en planta del miembro estructural mostrado en la figura 12A.
- 30 La figura 12C es una vista lateral del miembro estructural mostrado en la figura 12A.
- La figura 13 muestra un ejemplo del miembro estructural desplegado en un vehículo.
- La figura 14 muestra un pilar B implementado por el miembro estructural de acuerdo con una realización.
- La figura 15 muestra esquemáticamente un modelo de análisis (modelo de sombrero vertical) en simulaciones.
- La figura 16 ilustra diversas dimensiones de los miembros estructurales usados en las simulaciones.
- 35 La figura 17 es una gráfica de la cantidad de deformación acompañada de una curva bajo un impacto, con diferentes relaciones de resistencia de las partes de baja resistencia con las otras partes.
- La figura 18 muestra esquemáticamente un modelo de análisis (modelo de sombrero invertido) en simulaciones.
- La figura 19 es una gráfica que muestra los resultados de un análisis de las simulaciones del modelo de sombrero vertical.
- 40 La figura 20 es una gráfica que muestra los resultados de un análisis de la simulación del modelo de sombrero invertido.
- La figura 21 muestra los resultados de un análisis del comportamiento de deformación del modelo de sombrero vertical.
- La figura 22 muestra los resultados de un análisis del comportamiento de deformación del modelo de sombrero invertido.
- 45 La figura 23 muestra cómo se ha deformado una muestra de prueba con una resistencia uniforme.
- La figura 24 muestra cómo se ha deformado una muestra de prueba con una parte de baja resistencia.
- La figura 25 es una gráfica que muestra los resultados de la medición en pruebas de impacto en muestras de prueba y los resultados de un análisis de simulaciones usando modelos de los mismos miembros estructurales que las muestras de prueba.
- 50

Realizaciones para realizar la invención.

Un miembro estructural de una primera disposición no cubierto por las reivindicaciones de la presente invención incluye: una placa de cierre; y un miembro de sombrero. El miembro de sombrero incluye: una parte de superficie superior; un par de pestañas proporcionadas en contacto con la placa de cierre; y un par de paredes laterales que se extienden desde ambos bordes de la parte de superficie superior y se enfrentan entre sí. Cada una de las paredes laterales incluye un primer borde adyacente a la parte de superficie superior y un segundo borde opuesto al primer borde, extendiéndose una de las pestañas asociadas desde el segundo borde hacia fuera como se determina a lo largo de una dirección en la que están dispuestas las paredes laterales. Es decir, cada una de las pestañas se extiende desde el segundo borde de la pared asociada de las paredes laterales. El par de pestañas se unen a la placa de cierre.

55

60

Cada una del par de paredes laterales incluye una parte de alta resistencia que incluye el medio de la pared lateral como se determina a lo largo de una dirección perpendicular a la parte de superficie superior y una parte de baja resistencia con un límite de elasticidad de 60 a 85 % de un límite de elasticidad de la pared lateral como se mide en

65

5 el medio de la pared lateral. Como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior, se extiende la parte de baja resistencia desde el primer borde de la pared lateral hacia el segundo borde hasta una posición a una distancia del 20 al 40 % de la altura de la pared lateral. Como se determina a lo largo de una dirección longitudinal de la pared lateral, se extiende la parte de baja resistencia una distancia igual o mayor que la altura de la pared lateral.

10 En otras palabras, la parte de baja resistencia de cada una del par de unas paredes laterales se extiende desde el primer borde de la pared lateral hasta una posición a una distancia predeterminada (es decir, una distancia de 20 a 40 % de la altura de la pared lateral). Es decir, se extiende la parte de baja resistencia desde el primer borde de la pared lateral hasta el límite entre la parte de alta resistencia y la parte de baja resistencia. La distancia entre el primer borde de la pared lateral y una parte del límite que divide en la dirección de la altura de la pared lateral es del 20 al 40 % de la altura de la pared lateral.

15 Además, la dimensión de la parte de baja resistencia de cada una de las paredes laterales como se mide en la dirección longitudinal de la pared lateral es igual a o mayor que la dimensión de la pared lateral como se mide en la dirección de la altura (es decir, la altura de la pared lateral).

20 En la primera disposición, la dirección de la altura de cada una de las paredes laterales es la dirección perpendicular a la parte de superficie superior. La altura de la pared lateral es la distancia entre el primer borde de la pared lateral y el segundo borde de la misma, como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior. En las disposiciones segunda y cuarta, tratadas adicionalmente a continuación, también, la dirección de la altura de la pared lateral es la dirección perpendicular a la parte de superficie superior.

25 La dirección longitudinal de cada una de las paredes laterales es la dirección longitudinal del miembro estructural y también la dirección longitudinal de la parte de superficie superior. El miembro estructural es un miembro alargado que tiene una dirección longitudinal (eje longitudinal). La dirección longitudinal de la pared lateral es la misma que la dirección en la que se extiende una cresta entre la pared lateral y la parte de superficie superior (primera cresta). La dirección longitudinal de la pared lateral es sustancialmente perpendicular a la dirección de la altura de la pared lateral.

30 El límite de elasticidad de la parte de baja resistencia de cada una del par de las paredes laterales es de 60 a 85 % del límite de elasticidad de la pared lateral como se mide en su parte media como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior. El centro de la pared lateral, como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior, es una posición de la mitad de la altura de la pared lateral.

35 Como se determina a lo largo de la dirección de la altura de la pared lateral, se extiende la parte de alta resistencia desde el límite entre la parte de baja resistencia y la parte de alta resistencia hasta el segundo borde de la pared lateral (es decir, el borde adyacente a la placa de cierre).

40 Un miembro estructural de una segunda disposición de la presente invención incluye: al menos una placa de cierre; y un miembro de sombrero. El miembro de sombrero incluye: una parte de superficie superior; dos primeras crestas en ambos bordes de la parte de superficie superior; dos pestañas unidas a la placa de cierre; dos segundas crestas en los bordes de las dos pestañas; y dos paredes laterales localizadas cada una entre una de las dos primeras crestas asociadas y una de las dos segundas crestas asociadas. Cada una de las dos paredes laterales incluye una parte de baja resistencia. La parte de baja resistencia de cada una de las dos paredes laterales de la segunda disposición se extiende desde la primera cresta hacia la segunda cresta hasta una posición del 20 al 40 % de una distancia entre la primera cresta y la segunda cresta como se mide en una dirección perpendicular a la parte de superficie superior. Como se determina a lo largo de una dirección en la que se extiende la primera cresta, se extiende la parte de baja resistencia una longitud igual o mayor que la distancia entre la primera cresta y la segunda cresta, como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior. La parte de baja resistencia tiene un límite de elasticidad del 60 al 85 % de un límite de elasticidad de la pared lateral como se mide en el medio de la pared lateral entre la primera cresta y la segunda cresta. El centro entre las crestas primera y segunda es el mismo que el centro de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior.

55 Cada una de las dos paredes laterales incluye la parte de baja resistencia y la parte de alta resistencia que tiene un límite de elasticidad mayor que la parte de baja resistencia. Como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior de la pared lateral, se extiende la parte de alta resistencia desde la segunda cresta hasta el límite entre la parte de baja resistencia y la parte de alta resistencia. La parte media de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior está incluida en la parte de alta resistencia.

60 Un miembro estructural en una tercera disposición de acuerdo con una realización de la presente invención incluye: al menos una placa de cierre; y un miembro de sombrero. El miembro de sombrero incluye: una parte de superficie superior; dos primeras crestas en ambos bordes de la parte de superficie superior; dos pestañas unidas a la placa

de cierre; dos segundas crestas en los bordes de las dos pestañas; y dos paredes laterales localizadas cada una entre una cresta asociada de las dos primeras crestas y una cresta asociada de las dos segundas crestas. Cada una de las dos paredes laterales incluye una parte de baja resistencia. La parte de baja resistencia de cada una de las dos paredes laterales de la tercera disposición se extiende desde la segunda cresta hacia la primera cresta hasta una posición de 20 a 40 % de una distancia entre la segunda cresta y la primera cresta como se mide en una dirección perpendicular a la placa de cierre. Como se determina a lo largo de una dirección en la que se extiende la segunda cresta, se extiende la parte de baja resistencia una longitud igual o mayor que la distancia entre la segunda cresta y la primera cresta, como se mide en la dirección perpendicular a la placa de cierre. La parte de baja resistencia tiene un límite de elasticidad del 60 al 85 % de un límite de elasticidad de la pared lateral como se mide en el medio de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la placa de cierre.

Cada una del par de paredes laterales de la tercera disposición incluye: una parte de alta resistencia que incluye un medio de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la placa de cierre; y una parte de baja resistencia que tiene un límite de elasticidad del 60 al 85 % del límite de elasticidad de la pared lateral como se mide en su centro. Como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la placa de cierre, se extiende la parte de baja resistencia desde el segundo borde de la pared lateral hacia el primer borde hasta una posición a una distancia del 20 al 40 % de la altura de la pared lateral. El segundo borde es el uno de los dos bordes como se determina a lo largo de una dirección de la altura de la pared lateral que está adyacente a la placa de cierre. El primer borde es el uno de los dos bordes como se determina a lo largo de la dirección de la altura de la pared lateral que está adyacente a la parte de superficie superior. Como se determina a lo largo de una dirección longitudinal de la pared lateral, se extiende la parte de baja resistencia una distancia igual o mayor que la altura de la pared lateral.

En la tercera disposición, la dirección de la altura de cada una de las paredes laterales es la dirección perpendicular a la placa de cierre. La altura de la pared lateral es la distancia entre el primer borde de la pared lateral y el segundo borde de la misma como se mide en la dirección perpendicular a la placa de cierre.

En la tercera disposición, cada una de las dos paredes laterales incluye la parte de baja resistencia y la parte de alta resistencia que tiene un límite de elasticidad mayor que la parte de baja resistencia. Como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la placa de cierre de cada una de las paredes laterales, se extiende la parte de alta resistencia desde la primera cresta hasta el límite entre la parte de baja resistencia y la parte de alta resistencia. La parte de la pared lateral que está en el medio de la pared lateral, como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la placa de cierre, se incluye en la parte de alta resistencia.

Un miembro estructural en una cuarta disposición de acuerdo con una realización de la presente invención incluye: al menos una placa de cierre; y un miembro ranurado. El miembro ranurado incluye: una parte de superficie superior; dos primeras crestas en ambos bordes de la parte de superficie superior; dos juntas unidas a la placa de cierre; y dos paredes laterales, estando cada una localizada entre una cresta asociada de las dos primeras crestas y una junta asociada de las dos juntas. Cada una de las dos paredes laterales incluye una parte de baja resistencia. La parte de baja resistencia de cada una de las dos paredes laterales de la cuarta disposición se extiende desde la primera cresta hacia la junta hasta una posición del 20 al 40 % de una distancia entre la primera cresta y la junta, como se mide en una dirección perpendicular a la parte de superficie superior. Como se determina a lo largo de una dirección en la que se extiende la primera cresta, se extiende la parte de baja resistencia una longitud igual o mayor que la distancia entre la primera cresta y la junta, como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior. La parte de baja resistencia tiene un límite de elasticidad del 60 al 85 % de un límite de elasticidad de la pared lateral, como se mide en el medio de la pared lateral, como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior.

Cada una de las dos paredes laterales incluye la parte de baja resistencia y la parte de alta resistencia que tiene un límite de elasticidad mayor que la parte de baja resistencia. Como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior, se proporciona la parte de alta resistencia en la pared lateral y se extiende desde la junta hasta un límite entre la parte de baja resistencia y la parte de alta resistencia. La parte de la pared lateral localizada en el medio entre la primera cresta y la junta, como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la superficie superior, se incluye en la parte de alta resistencia.

En la cuarta disposición, el elemento miembro ranurado no tiene una cresta en contacto con la placa de cierre. Cada una de las dos paredes laterales incluye una junta, en lugar de una segunda cresta, en el borde opuesto a la primera cresta. Una parte de la pared lateral adyacente a la junta se superpone a la placa de cierre. La parte de la pared lateral que se superpone a la placa de cierre incluye una superficie de contacto en contacto con la placa de cierre. Esta superficie de contacto se extiende en la misma dirección que la pared lateral.

La dirección de la altura de la pared lateral es la dirección perpendicular a la parte de superficie superior. La altura de la pared lateral es la distancia entre la primera cresta y la junta, como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior.

Un miembro estructural en una quinta disposición de acuerdo con una realización de la presente invención incluye: al menos una placa de cierre; y un miembro ranurado. El miembro ranurado incluye: una parte de superficie superior;

dos primeras crestas en ambos bordes de la parte de superficie superior; una pestaña unida a la placa de cierre; una segunda cresta en un borde de la pestaña; una junta para unir una parte del miembro ranurado distinto de la pestaña, y la placa de cierre; una primera pared lateral está localizada entre una de las dos primeras crestas y la segunda cresta; y una segunda pared lateral está localizada entre la otra cresta de las dos primeras crestas y la junta.

La primera pared lateral incluye una primera parte de baja resistencia. La primera parte de baja resistencia se extiende desde la primera cresta hacia la segunda cresta hasta una posición del 20 al 40 % de una distancia entre la primera cresta y la segunda cresta, como se mide en una dirección perpendicular a la parte de superficie superior y, como se determina a lo largo de una dirección en la que se extiende la primera cresta, se extiende una longitud igual o mayor que la distancia entre la primera cresta y la segunda cresta como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior, y tiene un límite de elasticidad de 60 a 85 % de un límite de elasticidad de la pared lateral como se mide en el medio de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior.

La segunda pared lateral incluye una segunda parte de baja resistencia. La segunda parte de baja resistencia se extiende desde la primera cresta hacia la junta hasta una posición del 20 al 40 % de una distancia entre la primera cresta y la junta como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior y, como se determina a lo largo de una dirección en la que se extiende la primera cresta, se extiende una longitud igual y mayor que la distancia entre la primera cresta y la junta como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior, y tiene un límite de elasticidad del 60 al 85 % de un límite de elasticidad de la pared lateral como se mide en el medio de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior.

En la quinta disposición, la primera pared lateral incluye la segunda cresta en el borde opuesto a la primera cresta. Por otro lado, la segunda pared lateral incluye una junta, en lugar de una segunda cresta, en el borde opuesto a la primera cresta. Una parte de la segunda pared lateral adyacente a la junta se superpone a la placa de cierre. La parte de la segunda pared lateral que se superpone a la placa de cierre incluye una superficie de contacto en contacto con la placa de cierre. Esta superficie de contacto se extiende en la misma dirección que la segunda pared lateral.

La dirección de la altura de la segunda pared lateral es la dirección perpendicular a la parte de superficie superior. La altura de la segunda pared lateral es la distancia entre la primera cresta y la junta como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior.

Una carga aplicada a la parte de superficie superior comprime las paredes laterales. En otras palabras, cada pared lateral está comprimida entre la primera cresta asociada y el soporte. Si un miembro incluye una segunda cresta, la segunda cresta, en contacto con la placa de cierre, forma el soporte. En este caso, la pared lateral es la región entre la primera cresta y la segunda cresta. Si un miembro no incluye una segunda cresta, la parte que lo une a la placa de cierre forma el soporte. En este caso, la pared lateral es la región entre la primera cresta y la junta. En cada una de las disposiciones primera, segunda, cuarta y quinta, las dos paredes laterales del miembro de sombrero o el miembro ranurado incluyen cada una de las mismas una parte de alta resistencia que incluye el centro de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección de la altura y una parte de baja resistencia que tiene un límite de elasticidad más bajo que la parte de alta resistencia. La parte de baja resistencia se extiende desde el primer borde de la pared lateral adyacente a la parte de superficie superior hasta una posición a una distancia del 20 al 40 % de la altura de la pared lateral y, como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de la pared lateral con la parte de baja resistencia (es decir, la dirección en la que se extiende la primera cresta), se extiende una distancia igual o mayor que la altura de la pared lateral (es decir, la distancia entre la primera cresta y la segunda cresta o la junta, como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior). Los inventores han descubierto que dicha parte de baja resistencia aumenta la eficacia de absorción del miembro estructural para la energía de impacto de un impacto aplicado a la parte de superficie superior. Más específicamente, han descubierto que, cuando se aplica un impacto en una dirección perpendicular a la parte de superficie superior, la parte de baja resistencia, que se extiende desde la parte de superficie superior hasta una posición en la pared lateral del 20 al 40 % de distancia, dispersa la tensión del impacto en una dirección perpendicular a la dirección del impacto (es decir, la dirección longitudinal de la pared lateral), y la rigidez de la parte de alta resistencia que incluye el centro de la pared lateral, como se determina a lo largo de la dirección de la altura, ayuda a reducir la deformación del miembro estructural. Además, han descubierto que, si el límite de elasticidad de la parte de baja resistencia de cada pared lateral es del 60 al 80 % del límite de elasticidad de la pared lateral, como se mide en la posición media como se determina a lo largo de la dirección de la altura, la eficacia de absorción del miembro estructural para la energía de impacto aumenta al nivel necesario. Es decir, cuando recibe un impacto, el miembro estructural de cada una de las disposiciones primera, segunda y cuarta absorbe eficientemente la energía de impacto.

En la tercera disposición, cada una de las dos paredes laterales del miembro de sombrero incluye una parte de alta resistencia que incluye el medio de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección de la altura y una parte de baja resistencia que tiene un límite de elasticidad menor que la parte de alta resistencia. La parte de baja resistencia se extiende desde la segunda cresta de la pared lateral (es decir, el borde adyacente a la placa de cierre)

5 hasta una posición a una distancia del 20 al 40 % de la altura de la pared lateral, como se mide en la dirección perpendicular a la placa de cierre (es decir, la distancia entre las crestas primera y segunda) y, como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de la pared lateral (es decir, la dirección en la que se extiende la segunda cresta) se extiende una longitud igual o mayor que la distancia entre las crestas segunda y primera como se mide en la dirección perpendicular a la placa de cierre. Los inventores han descubierto que proporcionar tal parte de baja resistencia en cada una de las dos paredes laterales del miembro de sombrero aumenta la eficacia de absorción del miembro estructural para la energía de impacto de un impacto aplicado a la placa de cierre. Más específicamente, han descubierto que, cuando se aplica un impacto en una dirección perpendicular a la placa de cierre, la parte de baja resistencia, que se extiende desde la placa de cierre hasta una posición en la pared lateral del 20 al 40 % de distancia, dispersa la tensión del impacto en una dirección longitudinal y la rigidez de la parte de alta resistencia que incluye el centro de la pared lateral, como se determina a lo largo de la dirección de la altura, ayuda a reducir la deformación del miembro estructural. Además, los inventores han descubierto que, si el límite de elasticidad de la parte de baja resistencia de cada pared lateral es del 60 al 80 % del límite de elasticidad de la pared lateral como se mide en la posición media como se determina a lo largo de la dirección de la altura, la eficacia de absorción del miembro estructural para la energía de impacto aumenta al nivel necesario. Es decir, cuando recibe un impacto, el miembro estructural de la tercera disposición absorbe eficientemente la energía del impacto.

20 Partiendo de una de las disposiciones primera a quinta, puede desearse que la parte de baja resistencia se localice en el medio de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección longitudinal. Las razones son las siguientes: el centro de la pared lateral, como se determina a lo largo de la dirección longitudinal, está distante de los extremos de la misma, como se determina a lo largo de la dirección longitudinal. Las partes cercanas a estos extremos en general están conectadas a y soportadas por otros miembros. Cuando una carga actúa en el medio de un miembro soportado en los extremos, aumenta el momento de flexión. Como la parte de baja resistencia está localizada en el medio de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección longitudinal, la parte de baja resistencia está localizada en una posición donde la deformación por un impacto tiende a ser grande. Esto aumentará la eficacia de absorción para la energía de impacto. En las disposiciones primera, segunda, cuarta y quinta, la dirección longitudinal de la pared lateral es la dirección en la que se extiende la primera cresta entre la pared lateral y la parte de superficie superior; en la tercera disposición, esta es la dirección en la que se extiende la segunda cresta entre la pared lateral y la placa de cierre.

30 Partiendo de una de las disposiciones primera a sexta, la parte de superficie superior o la placa de cierre incluyen al menos dos conexiones separadas una de la otra como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de las paredes laterales y conectada a otro miembro. La parte de baja resistencia se localiza en el medio entre las al menos dos conexiones, como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de las paredes laterales. Las razones son las siguientes: el centro entre las dos conexiones está distante de las posiciones en las que el otro miembro está soportado por el otro miembro. Cuando una carga actúa en el medio entre las dos conexiones, el momento de flexión aumenta. Por lo tanto, como la parte de baja resistencia en un miembro estructural soportado en al menos dos conexiones se proporciona en el medio entre las dos conexiones, la parte de baja resistencia se localiza en el medio en el que la deformación de un impacto tiende a ser grande. Esto aumentará la eficacia de absorción para la energía de impacto.

45 Partiendo de una de las disposiciones primera, segunda, cuarta y quinta, puede desearse que, para cada una de las dos paredes laterales, una resistencia a la tracción de la pared lateral como se mide en el medio, como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior, sea de 980 MPa o superior. Esto se debe a que puede lograrse efectivamente una mejora en la eficacia de absorción para la energía de impacto en un miembro estructural con una resistencia alta de este tipo. La dirección de la altura de la pared lateral es la dirección perpendicular a la parte de superficie superior.

50 Partiendo de la tercera disposición, puede desearse que, para cada una de las dos paredes laterales, una resistencia a la tracción de la pared lateral como se mide en el medio de la pared lateral, como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la placa de cierre, sea de 980 MPa o superior. Esto se debe a que puede lograrse efectivamente una mejora en la eficacia de absorción para la energía de impacto en un miembro estructural con una resistencia alta de este tipo.

55 Un vehículo que incluye el miembro estructural de una de las disposiciones primera, segunda, cuarta y quinta también se incluye en las realizaciones de la presente invención. En un vehículo de este tipo, puede preferirse que el miembro estructural esté colocado de tal manera que la parte de superficie superior esté localizada hacia fuera con respecto al vehículo y la placa de cierre esté localizada hacia dentro con respecto al vehículo. Por lo tanto, cuando se aplica un impacto a la parte de superficie superior del miembro estructural desde el exterior del vehículo, el miembro estructural absorberá eficientemente el impacto.

65 Un vehículo que incluye el miembro estructural de la tercera disposición también se incluye en las realizaciones de la presente invención. En un vehículo de este tipo, puede preferirse que el miembro estructural esté colocado de tal manera que la placa de cierre esté localizada hacia fuera con respecto al vehículo y la parte de superficie superior esté localizada hacia dentro con respecto al vehículo. Por lo tanto, cuando se aplica un impacto a la placa de cierre del miembro estructural desde el exterior del vehículo, el miembro estructural absorberá eficientemente el impacto.

En el miembro estructural de las disposiciones primera a cuarta, los dos bordes de la parte de superficie superior son los dos extremos de la misma como se determina a lo largo de una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la parte de superficie superior. La dirección longitudinal de la parte de superficie superior es la dirección longitudinal del miembro estructural y también la dirección longitudinal de la pared lateral. La dirección longitudinal del miembro estructural es la dirección en la que se extiende el espacio encerrado por el miembro de sombrero (o miembro ranurado) y la placa de cierre. Es decir, la dirección axial de la parte tubular formada por el miembro de sombrero (o miembro ranurado) y la placa de cierre es la dirección longitudinal del miembro estructural.

Las dos paredes laterales que se extienden desde los bordes de la parte de superficie superior se extienden en la misma dirección en relación con la parte de superficie superior. Es decir, las dos paredes laterales se enfrentan entre sí y se extienden desde los dos bordes de la parte de superficie superior. Las dos paredes laterales están construidas para soportar la parte de superficie superior desde el interior de la parte de superficie superior. Las dos paredes laterales enfrentadas entre sí no se limitan a las dos paredes laterales que tienen superficies interiores paralelas.

[Realización 1]

La realización 1 se refiere a las disposiciones primera segunda, cuarta y quinta descritas anteriormente. La figura 1A es una vista en sección transversal de un miembro estructural de una realización de la presente invención; la figura 1B es una vista lateral del miembro estructural mostrado en la figura 1A; y la figura 1C es una vista lateral del miembro estructural mostrado en la figura 1A. La estructura mostrada en las figuras 1A a 1C se refiere a las disposiciones primera y segunda.

El miembro estructural 10 mostrado en las figuras 1A a 1C incluye un miembro de sombrero 1 que tiene una sección transversal en forma de sombrero y una placa de cierre 2 unida al miembro de sombrero 1. El miembro estructural 10 tiene una sección transversal cerrada definida por el miembro de sombrero 1 y la placa de cierre 2.

Como se muestra en la figura 1A, el miembro de sombrero 1 incluye una parte de superficie superior 1a, un par de paredes laterales 1b y un par de pestañas 1c. Las paredes laterales 1b se extienden desde ambos bordes de la parte de superficie superior 1a y se enfrentan entre sí. Para cada una de las paredes laterales 1b que tienen un primer borde adyacente a la parte de superficie superior 1a y un segundo borde opuesto a la misma, la pestaña asociada de las pestañas 1c se extiende desde el segundo borde de la pared lateral 1b hacia fuera como se determina a lo largo de la dirección en la que están dispuestas las paredes laterales 1b. La placa de cierre 2 está en contacto con las pestañas 1c.

Como se muestra en la figura 1B, el límite entre la parte de superficie superior 1a y cada una de las paredes laterales 1b (u hombro), 1ab, forma una cresta que se extiende en la dirección longitudinal (en lo sucesivo en el presente documento denominada como la primera cresta 1ab). La primera cresta 1ab es una curva en el miembro de sombrero 1 (o simplemente una curva). Los dos bordes de la parte de superficie superior 1a como se determina a lo largo de una dirección (o dirección x) perpendicular a la dirección longitudinal forman un par de primeras crestas 1ab. Las paredes laterales 1b se extienden desde las primeras crestas 1ab. Las paredes laterales 1b se extienden en la misma dirección (o dirección z). La dimensión del miembro estructural 10 como se mide en la dirección en la que se extienden las crestas (primeras crestas 1ab) formadas por los límites entre la parte de superficie superior 1a y las paredes laterales 1b (o dirección y) es mayor que la dimensión de las mismas como se mide en la dirección en la que están dispuestas las paredes laterales 1b (es decir, la dirección x). La dirección longitudinal del miembro estructural 10 es la misma que la dirección en la que se forman las primeras crestas 1ab entre la parte de superficie superior 1a y las paredes laterales 1b.

Como se muestra en las figuras 1A y 1C, el límite 1bc entre una pestaña 1c y la pared asociada de las paredes laterales 1b forma una cresta que se extiende en la dirección longitudinal (en lo sucesivo en el presente documento denominada como la segunda cresta 1bc). La segunda cresta 1bc es una curva en el miembro de sombrero 1 (o simplemente una curva). Cada pared lateral 1b tiene el primer borde adyacente a la parte de superficie superior 1a y el segundo borde opuesto a la misma, y tiene una segunda cresta 1bc en el segundo borde. Es decir, un par de pestañas 1b se extienden separándose una de otra, comenzando en el par de segundas crestas 1bc en los segundos bordes del par de paredes laterales 1b.

Como se muestra en las figuras 1A y 1C, cada una de las paredes laterales 1b tiene una parte de baja resistencia 1s que comienza en el primer borde de la pared lateral 1b y termina en la posición a una distancia Sh . La parte de baja resistencia 1s tiene una resistencia más baja que las otras partes. Las partes de cada una de las paredes laterales 1b distintas de las partes de baja resistencia 1s constituyen una parte de alta resistencia con una mayor resistencia que la parte de baja resistencia 1s. Como se determina a lo largo de la dirección de la altura de cada pared lateral 1b (es decir, la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a), se extiende la parte de baja resistencia 1s desde el primer borde adyacente a la parte de superficie superior 1a (es decir, la primera cresta (ab) a la posición a la distancia Sh de la primera cresta 1ab. Es decir, el límite 1sk entre la parte de baja resistencia 1s y la parte de alta resistencia se localiza a la distancia Sh lejos de la primera cresta 1ab. La distancia entre el límite 1sk y la primera

cresta 1ab como se mide en la dirección de la altura de la pared lateral 1b es la distancia Sh . Las partes de la pared que comienzan en el límite 1sk entre la parte de baja resistencia 1s y la parte de alta resistencia y que terminan en la segunda cresta 1bc (o pestaña 1c) constituyen la parte de alta resistencia.

5 Además, como se muestra en la figura 1C, la parte de baja resistencia 1s se extiende una distancia igual o mayor que la altura H de la pared lateral 1b como se mide en la dirección longitudinal de la pared lateral 1b (o dirección en la que se extiende la primera cresta 1ab (es decir, la dirección y)). Es decir, la dimensión Sn de la parte de baja resistencia 1s como se mide en la dirección longitudinal de la pared lateral 1b es igual o mayor que la altura H de la pared lateral 1b. La altura de la pared lateral 1b es la distancia entre la primera cresta 1ab (es decir, el primer borde de la pared lateral 1b) y la segunda cresta 1bc (es decir, el segundo borde de la pared lateral 1b) como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a (o dirección z). Por lo tanto, la parte de baja resistencia 1s se extiende desde la primera cresta 1ab hasta la posición a la distancia Sh como se mide en la dirección de la altura de la pared lateral 1b y se extiende una distancia igual o mayor que la altura H de la pared lateral 1b como se mide en la dirección longitudinal de la pared lateral 1b.

15 Por lo tanto, en el miembro estructural 10, cada pared 1b lado puede incluir una parte de baja resistencia 1s adyacente a la parte de superficie superior 1a para reducir el grado de deformación, como se mide en la dirección de flexión de un impacto aplicado al miembro estructural 10. Esto se basa en el hallazgo tratado a continuación, obtenido por los inventores al observar cuidadosamente cómo el miembro estructural se deforma por un impacto. Los inventores realizaron pruebas de impacto (o simulaciones) en las que se hizo que un penetrador golpeará un miembro estructural, compuesto por un miembro de sombrero y una placa de cierre, y observaron el comportamiento de deformación del miembro estructural. La figura 2 ilustra esquemáticamente cómo puede realizarse una prueba de impacto. Para la prueba de impacto, el miembro estructural 10a se coloca en dos soportes 12 con el fin de estirarse sobre y entre los mismos. Se hizo que el penetrador 11 golpeará la parte del miembro estructural 10a localizada en el medio entre los dos soportes 12.

La figura 3 ilustra cómo un miembro estructural 10b que tiene una distribución de resistencia uniforme puede deformarse cuando se aplica un impacto al mismo. La figura 4 ilustra cómo un miembro estructural 10c que tiene una parte de baja resistencia similar a la de las figuras 1A a 1C pueden deformarse cuando un impacto similar al de la figura 3 se aplica al mismo. Como se muestra en la figura 3, en el caso del miembro estructural 10b con una distribución de resistencia uniforme, la curva sobresale bruscamente. Esta forma de deformación se denominará curva cerrada. Por otro lado, en el caso del miembro estructural 10c con paredes laterales que incluyen partes de baja resistencia, la parte de superficie superior que ha recibido un impacto y las partes de las paredes laterales que se extienden desde los dos bordes de la parte de superficie superior se aplastan por el impacto, como se muestra en la figura 4. Esta forma de deformación se denominará aplastamiento en sección transversal. En el caso de la figura 4, se deforman partes más grandes cuando reciben una carga de impacto dada y contribuyen a la absorción de impacto que en el caso de la figura 3, resulta en una extensión más pequeña de la protuberancia en la dirección de flexión del miembro estructural.

40 La figura 5 ilustra el comportamiento de deformación del miembro estructural 10b con una distribución de resistencia uniforme. La figura 6 ilustra el comportamiento de deformación del miembro estructural 10c que tiene una parte de baja resistencia como se muestra en las figuras 1A a 1C. Las figuras 5 y 6 muestran cada una de las mismas una construcción vista desde un lado del miembro estructural, es decir, desde una pared lateral.

45 Como se muestra en la figura 5, en el miembro estructural 10b que tiene una distribución de resistencia uniforme, la deformación iniciada en el punto de inicio de deformación por flexión P por un impacto procede en una dirección de la altura de las paredes laterales de tal manera que la parte de superficie superior y las paredes laterales forman una forma de cuña cuando se ve desde un lado. Como resultado, el miembro se dobla para sobresalir bruscamente en la dirección de flexión (es decir, la dirección de la altura de la pared lateral). En algunos casos, las paredes laterales pueden desarrollar una grieta.

50 Como se muestra en la figura 6, en el miembro estructural 10c que tiene paredes laterales, incluyendo cada una de las mismas una parte de baja resistencia 1sc (punteada en la figura 6) adyacente a la parte de superficie superior, avanzando la deformación hacia dentro desde el punto de inicio de deformación por flexión P , cuando llega al límite de la parte de baja resistencia 1sc, no avanza hacia las partes con resistencias mayores que la parte de baja resistencia 1sc, sino que tiende a avanzar en direcciones horizontales (es decir, en la dirección longitudinal del miembro estructural 10c), donde la resistencia es relativamente pequeña. Por lo tanto, la deformación se expande en la dirección longitudinal, y el grado de deformación como se mide en la dirección de flexión (es decir, la dirección de la altura de las paredes laterales) es pequeño.

60 Además, cuando un miembro estructural compuesto por un miembro de sombrero y una placa de cierre se dobla en una dirección perpendicular a la parte de superficie superior, unas partes de cada pared lateral en y cerca del medio, como se determina a lo largo de la dirección de la altura tienden a doblarse. Es decir, las partes de cada pared lateral en y cerca de la posición de la mitad de su altura tienden a constituir un punto de inicio de una curva cerrada. Las figuras 7A y 7B muestran cómo un miembro estructural 10d compuesto por un miembro de sombrero que tiene una parte de superficie superior 1da y unas paredes laterales 1db que se extienden desde los dos bordes de la parte

- de superficie superior y una placa de cierre 2d se deforma bajo una carga de impacto. Cuando se aplica una carga de impacto a la parte de superficie superior 1da, los hombros del miembro de sombrero (es decir, se dobla en los límites entre la parte de superficie superior 1da y las paredes laterales 1db) se deforman de tal manera que sus ángulos cambian y las partes de las paredes laterales 1db localizadas en el medio, como se determina a lo largo de la dirección de la altura, se doblan fuertemente; como resultado, el miembro estructural 10d se aplasta. Para evitar que dicha curva brusca de las paredes laterales 1db se produzca fácilmente, en el miembro estructural 10 mostrado en las figuras 1A a 1C, las partes de las paredes laterales 1b localizadas en el medio como se determina a lo largo de la dirección de la altura tienen grandes resistencias.
- Es decir, en el miembro estructural 10, partes de cada pared lateral 1b localizadas en la posición 1mid del medio determinas a lo largo de la dirección de la altura (es decir, la mitad) tienen unas resistencias relativamente grandes, y partes de la pared lateral 1b localizadas más cerca de la parte de superficie superior 1a que la posición 1mid del medio, como se determina a lo largo de la dirección de la altura de la pared lateral, constituyen una parte de baja resistencia 1s que tiene una resistencia menor que las partes en la posición media 1mid. El ajuste apropiado del intervalo de la parte de baja resistencia 1s y la relación de resistencia de la parte de baja resistencia 1s con respecto a la parte en la posición media 1mid como se determina a lo largo de la dirección de la altura evitará que la curva de la pared lateral 1b en la posición media 1mid se produzca fácilmente y, además, aumente la extensión del aplastamiento de partes de la pared lateral 1b en la dirección longitudinal localizada más cerca de la parte de superficie superior 1a que la posición media 1mid. Como resultado, como se muestra en la figura 6, el comportamiento de deformación es tal que el grado de deformación en la dirección de flexión es pequeño.
- Los comportamientos de deformación que se muestran en las figuras 7A y 7B pueden encontrarse no solo cuando se hace que el penetrador golpee la parte de superficie superior del miembro estructural. También pueden encontrarse comportamientos de deformación similares, por ejemplo, cuando el miembro estructural se dobla por una fuerza axial que comprime el miembro en la dirección longitudinal o cuando el penetrador se presiona contra la parte de superficie superior y se aplica una fuerza en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal estáticamente para doblar el miembro, como en una prueba de flexión de tres puntos.
- Además, los inventores también han descubierto que la dimensión de la parte de baja resistencia 1s como se mide en la dirección longitudinal (es decir, la dirección en la que se extiende la primera cresta 2) es un factor importante en la reducción del grado de deformación en la dirección de flexión como se muestra en la figura 6. La figura 8 ilustra el comportamiento de deformación descubierto cuando la longitud S_n de la parte de baja resistencia 1sc como se mide en la dirección longitudinal es menor que la mitad de la altura H de la pared lateral 1b ($H/2$). Como se muestra en la figura 8, si la dimensión de la parte de baja resistencia como se mide en la dirección longitudinal es pequeña, la deformación que procede hacia dentro desde el punto de inicio de deformación por flexión P alcanza temprano el límite entre la parte de baja resistencia 1sc y la parte de alta resistencia como se determina a lo largo de la dirección longitudinal. Como resultado, se restringe el aplastamiento en la dirección longitudinal, y la deformación en la dirección de la altura puede avanzar fácilmente.
- Los inventores han realizado pruebas de flexión y un análisis de los miembros estructurales bajo diversas condiciones, y han encontrado que, cuando se dobla un miembro estructural, el intervalo de deformación en la dirección longitudinal es sustancialmente igual a la altura de las paredes laterales. Además, los inventores han encontrado que, cuando la dimensión de la parte de baja resistencia 1sc como se mide en la dirección longitudinal es igual o mayor que la altura de las paredes laterales, la deformación debida a un impacto puede dispersarse en la dirección longitudinal, reduciendo de este modo el grado de la deformación en la dirección de flexión.
- Basándose en los resultados tratados anteriormente, los inventores han llegado a la siguiente construcción del miembro estructural 10: cada una de un par de paredes laterales 1b mostrada en las figuras 1A y 1C tiene una parte de baja resistencia 1s que se extiende desde el primer borde de la pared lateral 1b hasta la posición en la distancia Sh . La distancia Sh para la parte de baja resistencia 1s de la pared lateral 1b puede ser del 20 al 40 % de la altura H de la pared lateral 1b. El límite de elasticidad de la parte de baja resistencia 1s puede ser del 60 al 85 % del límite de elasticidad de las partes de la pared lateral 1b, como se mide en una posición 1mid en el medio de la altura H de la pared lateral 1b (es decir, la posición media 1mid como se determina a lo largo de la dirección de la altura).
- Es decir, en una sección transversal del miembro de sombrero, para cada pared lateral 1b, una parte de baja resistencia 1s con un límite de elasticidad del 60 al 85 % del de las partes de la pared localizadas en una posición del 50 % de la altura H (es decir, el centro de la pared lateral 1b como se determina a lo largo de la dirección de la altura) se extiende desde el borde de la pared lateral 1b adyacente a la parte de superficie superior 1a a una posición del 20 al 40 % de la altura H de la pared lateral 1b. En otras palabras, la parte de baja resistencia 1s se extiende desde la primera cresta 1ab hacia la segunda cresta 1bc hasta una posición del 20 al 40 % de la distancia entre la primera cresta 1ab y la segunda cresta 1bc como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a. El límite de elasticidad de la parte de baja resistencia 1s es del 60 al 85 % del límite de elasticidad de la pared lateral 1b, como se mide en el medio entre las crestas primera y segunda 1ab y 1bc.
- Así, por ejemplo, el comportamiento de deformación encontrado cuando se aplica un impacto a la parte de superficie superior 1a tiende a representarse por un aplastamiento de sección transversal como se muestra en la figura 4.

Como resultado, se reduce la extensión de la curva en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a. Por lo tanto, cuando recibe un impacto, el miembro estructural 10 absorbe más energía de impacto con una deformación menor. Es decir, el miembro estructural 10 puede absorber eficientemente la energía de impacto.

- 5 Preferentemente, la distancia S_h para la parte de baja resistencia 1s no es mayor que el 35 % de la altura H de la pared lateral 1b, y más preferentemente no mayor que el 30 %. Además, preferentemente, la distancia S_h no es menor que el 25 % de la altura H de la pared lateral 1b. Preferentemente, la relación de la resistencia de la parte de baja resistencia 1s de cada pared lateral 1b con respecto a la resistencia de las partes en la posición media 1mid como se determina a lo largo de la dirección de la altura (relación de resistencia) no es mayor que el 80 %.
- 10 Preferentemente, la relación de resistencia no es inferior al 70 %.

15 La parte de baja resistencia 1s se extiende preferentemente una distancia igual o mayor que la altura H de la pared lateral 1b como se mide en la dirección longitudinal de la pared lateral 1b. Es decir, en la dirección en la que se extiende la primera cresta 1ab, la parte de baja resistencia 1s se extiende una longitud igual o mayor que la distancia entre las crestas primera y segunda 1ab y 1bc, como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a. Esto facilita el avance de cualquier deformación en la dirección longitudinal, reduciendo adicionalmente de este modo el desplazamiento en la dirección de flexión. La dimensión de la parte de baja resistencia 1s como se mide en la dirección en la que se extiende la primera cresta 1ab es preferentemente no menor que 1,5 veces la altura de la pared lateral 1b ($3H/2$), y más preferentemente no menor que el doble de la altura de la pared lateral 1b ($2H$).

20 Puede desearse que la resistencia a la tracción de la pared lateral 1b como se mide en la posición media 1mid como se determina a lo largo de la dirección de la altura no sea, por ejemplo menor que 980 MPa (un límite elástico no inferior a 500 MPa). Esto proporciona una resistencia suficiente de la pared lateral 1b como se mide en la posición media como se determina a lo largo de la dirección de la altura, evitando de este modo que la pared lateral 1b se rompa en esta posición 1mid. Las partes del miembro estructural 10 diferentes de las partes de baja resistencia 1s pueden tener una resistencia similar a la de la posición media 1mid como se determina a lo largo de la dirección de la altura.

25 Las partes de la pared lateral entre las crestas primera y segunda 1ab y 1bc que se extienden desde el borde de la parte de baja resistencia 1s hasta la segunda cresta 1bc (pestaña 1c) constituyen una parte de alta resistencia. El límite de elasticidad de la parte de alta resistencia es mayor que el límite de elasticidad de la parte de baja resistencia 1s. La distribución de resistencia en la parte de alta resistencia puede no ser uniforme.

30 Al menos parte de la parte de superficie superior 1a puede ser una parte de baja resistencia, o una parte de baja resistencia puede no ser parte de la parte de superficie superior 1a. Los inventores han descubierto que la resistencia de las paredes laterales 1b tiene una influencia dominante sobre la deformación por flexión del miembro estructural 10. La resistencia de la parte de superficie superior 1a tiene menos influencia sobre la deformación por flexión que la resistencia de las paredes laterales 1b.

35 Como se muestra en la figura 1A, el miembro de sombrero 1 incluye un par de pestañas 1c, un par de paredes laterales 1b cada una representada por una curva brusca de una pestaña 1c para extenderse verticalmente, y una parte de superficie superior 1a intercalada entre las paredes laterales 1b. En la implementación mostrada en la figura 1A, las paredes laterales 1b son perpendiculares a las pestañas 1c. Las paredes laterales 1b tienen la misma longitud. Las pestañas 1c y la parte de superficie superior 1a son paralelas entre sí. La distancia S_h para la parte de baja resistencia 1s en una de las paredes laterales 1b es igual a la distancia S_h para la parte de baja resistencia 1s en la otra pared lateral opuesta 1b. En la figura 1A, la distribución de resistencia del miembro estructural 10 es bilateralmente simétrica.

40 La construcción del miembro estructural 10 no se limita a la implementación mostrada en la figura 1A. Por ejemplo, el ángulo entre una pared lateral 1b y una pestaña 1c puede no ser de 90° (es decir, el ángulo recto). De manera similar, el ángulo entre una pared lateral 1b y la parte de superficie superior 1a puede no ser de 90° (es decir, el ángulo recto). Por ejemplo, una sección transversal del miembro estructural 10 perpendicular a la dirección longitudinal puede tener forma trapezoidal. Es decir, la forma de una sección transversal cerrada definida por la parte de superficie superior 1a, las paredes laterales 1b y la placa de cierre 2 puede ser trapezoidal. En tales implementaciones, una sección transversal perpendicular a la primera cresta 1ab puede tener una forma bilateralmente simétrica, o puede no ser bilateralmente simétrica. Las paredes laterales 1b pueden tener diferentes longitudes. Como resultado, las pestañas 1c y la parte de superficie superior 1a pueden no ser paralelas entre sí. Las alturas de las pestañas 1c (es decir, sus posiciones como se determina a lo largo de la dirección z) pueden ser diferentes.

45 Además, la forma de una sección transversal de una esquina (o el hombro) que forma el límite entre una pared lateral 1b y la parte de superficie superior 1a puede incluir una sección redonda (o sección curva). De manera similar, la forma de una sección transversal de una esquina (u hombro) que forma el límite entre una pared lateral 1b y una pestaña 1c puede incluir una sección redonda (o sección curva). La superficie de una pared lateral 1b y/o la parte de superficie superior puede ser curva, en lugar de ser plana. Es decir, las paredes laterales 1b y/o la parte de

superficie superior 1a pueden ser curvas. Si el radio de curvatura de la sección redonda en la esquina entre una pared lateral 1b y la parte de superficie superior 1a es demasiado grande, la capacidad de la pared lateral 1b para soportar una carga en la dirección de la altura disminuye. En vista de esto, el radio de curvatura de la superficie interior de la sección redonda (curva) en la esquina entre una pared lateral 1b y la parte de superficie superior 1a no puede ser, por ejemplo, mayor de 15 mm. Como alternativa, el radio de curvatura de la superficie interior de la sección redonda (curva) en la esquina entre una pared lateral 1b y la parte de superficie superior 1a no es, por ejemplo, mayor que un tercio de la altura H de la pared lateral 1b ($R \leq H/3$).

Al menos una de las paredes laterales 1b puede incluir un rebaje (o ranura), una protuberancia (o cresta), un escalón o un orificio. La parte de superficie superior 1a puede incluir un rebaje (o ranura), una protuberancia (o cresta), un escalón o un orificio. Sin embargo, el rebaje (o ranura), la protuberancia (o cresta), el escalón o el orificio en la pared lateral 1b o la parte de superficie superior 1a deben dimensionarse con el fin de no afectar significativamente el comportamiento de deformación del miembro estructural 10. Por ejemplo, el miembro estructural 10 puede tener una construcción de sombrero doble o una construcción de sombrero triple o más con una protuberancia en la parte de superficie superior 1a.

Si la esquina que forma el límite entre una pared lateral 1b y la parte de superficie superior 1a o la esquina que forma el límite entre una pared lateral 1b y una pestaña 1c incluye una sección redonda (o sección curva), en una sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal, la altura H de las paredes laterales 1b y la distancia Sh para la parte de baja resistencia 1s se determinan donde el borde de una pared lateral 1b está representado por esa terminación de la sección redonda (borde de la sección curva) que está más distante de la posición media 1mid de la pared lateral 1b como se determina a lo largo de la dirección de la altura.

Es decir, la altura H de las paredes laterales 1b y la distancia Sh para la parte de baja resistencia 1s como se mide en la dirección de la altura se determinan donde el primer borde de una pared lateral 1b está representado por el borde de la sección curva (es decir, la terminación de la sección redonda) entre la pared lateral 1b y la parte de superficie superior 1a que es adyacente a la parte de superficie superior. Además, la altura H de las paredes laterales 1b y la distancia Sh para la parte de baja resistencia 1s como se mide en la dirección de la altura se determinan donde el segundo borde de una pared lateral 1b está representado por ese borde de la sección curva (es decir, la terminación de la sección redonda) entre la pared lateral 1b y la pestaña 1c que se localiza adyacente a la pestaña 1c.

Del mismo modo, la altura H de una pared lateral 1b y la distancia Sh para la parte de baja resistencia 1s como se mide en la dirección de la altura se determinan basándose en las crestas primera y segunda 1ab y 1bc. En este caso, más específicamente, la primera cresta 1ab está representada por ese borde de la sección redonda (es decir, curva) (es decir, la terminación de la sección redonda) entre una pared lateral 1b y la parte de superficie superior 1a que es adyacente a la parte de superficie superior 1a, es decir, esa terminación de la sección redonda (o curva) (es decir, el borde de la sección curva) que está más distante de la posición media 1mid de la pared lateral 1b como se determina a lo largo de la dirección de la altura. La segunda cresta 1bc está representada por ese borde de la sección redonda (es decir, curva) (es decir, la terminación de la sección redonda) entre una pared lateral 1b y una pestaña 1c que es adyacente a la pestaña 1c, es decir, esa terminación de la sección redonda (es decir, curva) (es decir, el borde de la sección curva) que está más distante de la posición media 1mid de la pared lateral 1b como se determina a lo largo de la dirección de la altura.

La altura de una pared lateral 1b es la dimensión de la pared lateral 1b entre el primer borde y el segundo borde como se mide en la dirección de la altura. En otras palabras, la altura de la pared lateral 1b es la dimensión de la pared lateral 1b entre las crestas primera y segunda 1ab y 1bc, como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a. La distancia Sh para la parte de baja resistencia 1s es la distancia entre el primer borde de la pared lateral 1b y el límite para la parte de baja resistencia 1s de la pared lateral 1b, como se mide en la dirección de la altura. Es decir, la distancia Sh para la parte de baja resistencia 1s es la distancia entre la primera cresta 1ab y el límite entre la parte de baja resistencia 1s y la parte de alta resistencia de la pared lateral 1b, como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a. La posición de la mitad de la altura de la pared lateral 1b, 1mid, es la posición media de la pared lateral 1b como se determina a lo largo de la dirección de la altura. Es decir, la posición 1mid de la mitad de la altura de la pared lateral 1b es la posición en la pared lateral 1b en el medio entre las crestas primera y segunda 1ab y 1bc como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a.

La dirección de la altura de una pared lateral 1b es la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a. Más específicamente, la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a es la dirección perpendicular al plano de la superficie de la parte de superficie superior 1a. Si, en una sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal, la parte de superficie superior 1a incluye un rebaje, una protuberancia, un escalón o una sección curva, entonces, la dirección perpendicular a la parte de superficie superior se representa por la dirección perpendicular a un plano imaginario que conecta las dos primeras crestas 1ab.

La placa de cierre 2 se une a las pestañas 1c en ambos lados del miembro de sombrero 1, y se fija al mismo. Cuando se aplica una carga de impacto a la parte de superficie superior 1a del miembro de sombrero 1, la placa de

cierre 2 evita que el miembro de sombrero 1 se expanda y se abra y, por lo tanto, se aplaste. La placa de cierre 2 puede incluir un rebaje, una protuberancia, un escalón o un orificio. El método de unir la placa de cierre 2 al miembro de sombrero 1 puede ser una cualquiera para fijar estas dos partes. Por ejemplo, estas partes pueden unirse mediante soldadura o mediante elementos de sujeción. La placa de cierre 2 no tiene que ser una placa plana, y puede tener, por ejemplo, una sección transversal en forma de sombrero.

En la implementación mostrada en la figura 1B, el miembro estructural 10 se extiende recto en la dirección longitudinal. Como alternativa, el miembro estructural 10 puede extenderse en la dirección longitudinal con el fin de curvarse. Por ejemplo, como se ve desde un lado (es decir, en la dirección x), el miembro puede curvarse con el fin de sobresalir de la parte de superficie superior 1a (es decir, la dirección z positiva). Además, el miembro estructural 10 puede curvarse como se ve desde arriba (es decir, en la dirección z). Además, la anchura de la parte de superficie superior 1a (es decir, la dimensión como se mide en la dirección (dirección x) perpendicular a la dirección longitudinal) puede no ser constante. La altura de las paredes laterales 1b (es decir, la longitud como se mide en la dirección z) puede no ser constante.

La figura 9A es una vista en sección transversal de un miembro estructural 10e de acuerdo con una variación de la presente realización. El miembro estructural 10e incluye un par de paredes laterales 1br y 1bh con diferentes formas. Las paredes laterales 1br y 1bh tienen diferentes ángulos con respecto a las pestañas 1cr y 1ch y diferentes alturas HR y HL. Como tal, las posiciones de las pestañas 1cr y 1ch como se determinan a lo largo de la dirección de la altura son diferentes. Además, la posición 1midr de la mitad de la dirección de la altura HR de una pared lateral 1br y la posición 1midh de la mitad de la altura HL de la otra pared lateral 1bh como se determina a lo largo de la dirección de la altura son diferentes. La distancia ShR para la parte de baja resistencia 1sr de la pared lateral 1br y la distancia ShL para la parte de baja resistencia 1sh de la otra pared lateral 1bh son diferentes. Por lo tanto, si una sección transversal del miembro estructural 10e no es bilateralmente simétrica, entonces, en las paredes laterales 1br y 1bh, las alturas respectivas HR y HL, las posiciones intermedias respectivas 1midr y 1midh como se miden en la dirección de la altura, y las partes de baja resistencia respectivas 1sr y 1sh se deciden por separado.

En la implementación mostrada en la figura 9A con un par de paredes laterales 1br y 1bh, una pared lateral 1br tiene una parte escalonada. Por lo tanto, cuando la pared lateral 1br también tiene una parte escalonada, también la altura HR de la pared lateral 1br se define como la distancia entre el primer borde y el segundo borde de la pared lateral 1br, como se mide en la dirección de la altura. Es decir, la altura HR de la pared lateral 1br se define como la distancia entre el punto más bajo de la pared lateral 1br y el punto más alto de la misma, como se mide en la dirección de la altura. Lo mismo se aplica cuando la pared lateral 1br tiene un rebaje, una protuberancia o un orificio. Una definición similar se aplica a la distancia ShR para la parte de baja resistencia: la distancia ShR para la parte de baja resistencia 1sr se define como la distancia entre el punto más bajo de la parte de baja resistencia 1sr y el punto más alto de la misma como se mide en la dirección de la altura.

La otra pared lateral 1bh del par de paredes laterales 1b incluye una sección redonda (sección curva) adyacente al primer borde. En esta implementación, la altura HL de la pared lateral 1bh y la distancia ShL para la parte de baja resistencia 1sh se determinan cuando esa terminación de la sección redonda (curva) (el borde de la sección curva) que está más distante de la posición media 1mid de la pared lateral 1bh como se determina a lo largo de la dirección de la altura es un borde de la pared lateral 1bh.

La figura 9B es una vista en sección transversal de un miembro estructural de acuerdo con una variación, con su placa de cierre 2 modificada. En la implementación mostrada en la figura 9B, la placa de cierre 2 está conformada para sobresalir lejos del miembro de sombrero 1. Más específicamente, la placa de cierre 2 incluye unas juntas 2a unidas a las pestañas 1cr y 1ch del miembro de sombrero 1, y una parte intermedia 2b localizada entre las juntas. La parte intermedia 2b está conformada para sobresalir lejos del miembro de sombrero 1. En esta implementación, una sección transversal de la placa de cierre 2 tiene forma de sombrero. En la figura 9B, la superficie exterior de la parte intermedia 2b es, en general, paralela a las superficies exteriores de las juntas 2a; como alternativa, pueden no ser paralelas.

Por lo tanto, como la placa de cierre 2 está conformada para sobresalir lejos del miembro de sombrero 1, la dimensión del miembro estructural como se mide en la dirección de la altura puede ajustarse. Los valores relacionados con la altura de la pared lateral con respecto a la que se coloca la parte de baja resistencia (H, HL y HR) no varían en función de la dimensión de la placa de cierre 2 como se mide en la dirección de la altura. Una sección transversal del miembro estructural 10e1 mostrada en la figura 9B perpendicular a la dirección longitudinal no es simétrica con respecto al eje en la dirección de la altura; como alternativa, puede ser simétrica, se ilustra, en general, en la figura 1A.

La figura 10 ilustra la dirección de la altura de las paredes laterales 1b en una implementación donde la parte de superficie superior 1a está inclinada. En el miembro estructural 10e3 mostrado en la figura 10, la parte de superficie superior 1a del miembro de sombrero 1 no es paralela a las pestañas 1cr y 1ch. Además, la pared lateral 1br y la otra pared lateral 1bh tienen diferentes dimensiones como se miden en la dirección z. La dirección de la altura de las paredes laterales 1br y 1bh es perpendicular a la parte de superficie superior 1a. Las alturas HL y HR de las paredes laterales 1br y 1bh y las distancias ShR y ShL entre el borde de la parte de baja resistencia 1sr (primera cresta 1bcr)

y el borde de la parte de baja resistencia 1sh (primera cresta 1bch) y los límites 1skr y 2skh se determinan en relación con la dirección de la altura de las paredes laterales 1br y 1bh. Por lo tanto, las distancias de la superficie entre el borde de la superficie de la pared lateral 1br (primera cresta 1abr) y el borde de la superficie de la pared lateral 1bh (primera cresta 1anh), por un lado, y los otros bordes (segundas crestas 1bcr y 1bch) por otro lado son diferentes de las alturas HR y HL.

Las figuras 11A y 11C son vistas en sección transversal de miembros estructurales de acuerdo con las variaciones de la presente realización. Las figuras 11A a 11C son vistas en sección transversal de los miembros estructurales perpendiculares a la dirección longitudinal. La figura 11D es una vista en planta del miembro estructural 10h mostrado en la figura 11B como se ve en una dirección z. Las implementaciones mostradas en las figuras 11A y 11B se refieren a la quinta disposición descrita anteriormente. La implementación mostrada en la figura 11C se refiere a la cuarta disposición descrita anteriormente.

En las variaciones mostradas en las figuras 11A a 11C, en lugar de un miembro de sombrero que incluye dos pestañas, se usa un miembro ranurado sin pestaña o un miembro ranurado con una pestaña. El miembro estructural 10 mostrado en las figuras 1A a 1C se construye de tal manera que las crestas primera y segunda 1ab y 1bc en ambos bordes de cada pared lateral 1b contribuyen a la resistencia a la deformación debida a una carga en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a (o rigidez de flexión). Por otro lado, las variaciones mostradas en las figuras 11A a 11C están construidas de tal manera que la primera cresta y la junta localizada en ambos bordes de al menos una de las dos paredes laterales contribuyen a la rigidez de flexión.

Cada uno de los miembros estructurales 10g, 10h y 10i mostrados en las figuras 11A a 11C incluye un miembro ranurado en forma de ranura 13 y una placa de cierre 2 unida al miembro ranurado 13. El miembro ranurado 13 mostrado en las figuras 11A a 11C incluye una parte de superficie superior 1a, dos paredes laterales 1br y 1bh que se extienden desde ambos bordes de la parte de superficie superior 1a, y dos juntas 3r y 3h para unir el miembro ranurado 13 a la placa de cierre 2. Las dos paredes 1br y 1bh se enfrentan entre sí. Las dos juntas 3r y 3h se localizan en partes del miembro ranurado 13 y de la placa de cierre 2 donde se superponen. Las juntas 3r y 3h pueden ser soldaduras producidas, por ejemplo, por soldadura por puntos o por láser. Si se proporcionan juntas secundarias que no son continuas (es decir, discontinuas) a lo largo de la dirección longitudinal del miembro ranurado 13 (es decir, la dirección en la que se extienden las crestas), se tratan como una junta localizada donde las juntas secundarias que no son continuas se conectan. Es decir, una pluralidad de juntas secundarias dispuestas de manera discontinua se tratan como una junta que se extiende sobre una línea que conecta estas juntas secundarias. Las partes del miembro estructural localizadas entre una junta y la primera cresta constituyen una pared lateral. Dos primeras crestas 1abr y 1abh se localizan entre la parte de superficie superior 1a y las dos paredes laterales 1br y 1bh.

En el elemento ranurado 13 mostrado en las figuras 11A y 11B, las dos paredes laterales 1br y 1bh incluyen una primera pared lateral 1br y una segunda pared lateral 1bh. La primera pared lateral 1br tiene un primer borde adyacente a la parte de superficie superior 1a y un segundo borde opuesto a la misma que está doblado. Una pestaña 1dr se extiende desde esta curva. La pestaña 1dr se superpone a la placa de cierre 2. La pestaña 1dr tiene una superficie de contacto que está en contacto con la placa de cierre 2. La pestaña 1dr y la placa de cierre 2 se unen entre sí en una junta 3r.

La primera pared lateral 1br se localiza entre una de las dos primeras crestas, 1abr, y la pestaña 1dr. La segunda cresta 1bdr se localiza entre la pestaña 1dr y la primera pared lateral 1br. La segunda cresta 1bdr es un borde de la pestaña 1dr. La segunda cresta 1bdr se extiende en la misma dirección que las primeras crestas 1abr y 1abh, es decir, la dirección longitudinal del miembro ranurado 13 (es decir, la dirección y).

La altura HR de la primera pared lateral 1br es la altura de la primera pared lateral 1br como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a, es decir, la distancia entre las crestas primera y segunda 1abr y 1bdr como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a. El medio 1midr de la primera pared lateral 1br como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a es el medio entre las crestas primera y segunda 1abr y 1bdr como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a.

La segunda pared lateral 1bh se localiza entre la otra cresta de las dos primeras crestas, 1abh, y la junta 3h. La segunda pared lateral 1bh no está doblada. Una parte de la segunda pared lateral 1bh adyacente a la junta 3h se superpone a la placa de cierre 2. Una parte de la segunda pared lateral 1bh adyacente a la junta 3h tiene una superficie de contacto 1dh que está en contacto con la placa de cierre 2. La segunda pared lateral 1bh se extiende en la misma dirección que la superficie de contacto 1dh.

La altura HL de la segunda pared lateral 1bh es la distancia entre la primera cresta 1abh y la junta 3h como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a. El medio 1midh de la segunda pared lateral 1bh como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a es el medio entre la primera cresta 1abh y la junta 3h como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a.

En el elemento ranurado 13 mostrado en la figura 11C, las dos paredes laterales 1br y 1bh se localizan entre las primeras crestas 1abr y 1abh, respectivamente, y las dos juntas 3r y 3h, respectivamente. La altura HR de una de las dos paredes laterales, 1br, es la distancia entre la primera cresta 1abr y la junta 3r, como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a. La altura HL de la otra pared de las dos paredes laterales, 1bh, es la distancia entre la primera cresta 1abh y la junta 3h como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a.

En cada uno de los miembros ranurados 13 mostrados en las figuras 11A a 11C, cada una de las paredes laterales 1br y 1bh incluye una parte de baja resistencia 1sr o 1sh y una parte de alta resistencia que tiene un límite de elasticidad mayor que la parte de baja resistencia 1sr o 1sh. Cada una de las partes de baja resistencia 1sr y 1sh de las paredes laterales 1br y 1bh se extiende desde el primer borde de la pared lateral (es decir, la primera cresta 1abr o 1abh) hasta el límite 1skr o 1skh entre la parte de baja resistencia 1sr o 1sh y la parte de alta resistencia. Cada una de la distancia ShR entre el primer borde de la pared lateral 1br y el límite 1skr y la distancia ShL entre el primer borde de la pared lateral 1bh y el límite 1skh, como se mide en la dirección de la altura de las paredes laterales, es del 20 al 40 % de la altura HR o HL de las paredes laterales. Además, como se muestra en la figura 11D, como se mide en la dirección longitudinal de la pared lateral 1bh (es decir, la dirección en la que se extiende la primera cresta 1abh), la parte de baja resistencia 1sh se extiende una distancia igual o mayor que la altura HL de la pared lateral 1bh. En cada una de las paredes laterales 1br y 1bh en las figuras 11A a 11C, la dimensión de la parte de baja resistencia 1sh o 1sr como se mide en la dirección longitudinal es igual o mayor que la altura HR o HL de la pared lateral 1br o 1bh. El límite de elasticidad de las partes de baja resistencia 1sr y 1sh de las paredes laterales 1br y 1bh es del 60 al 85 % del límite de elasticidad de las paredes laterales 1br y 1bh, como se mide en las posiciones intermedias 1midr y 1midh como se determina a lo largo de la dirección de la altura.

Es decir, cada una de las partes de baja resistencia 1sr y 1sh de las paredes laterales 1br y 1bh mostradas en las figuras 11A a 11C se extiende desde la primera cresta 1abr o 1abh hasta una posición a una distancia del 20 al 40 % de la altura HR o HL de la pared lateral 1br o 1bh, como se mide en la dirección de la altura de las paredes laterales. Como se mide en la dirección en que se extienden las primeras crestas 1abr y 1abh (es decir, la dirección longitudinal de las paredes laterales 1br y 1bh), cada una de las partes de baja resistencia 1sr y 1sh se extiende una distancia igual o mayor que la altura HR o HL de la pared lateral 1br o 1bh.

En la implementación mostrada en la figura 11A, las paredes laterales primera y segunda 1br y 1bh son paralelas entre sí. Por otro lado, en la implementación mostrada en la figura 11B, las paredes laterales primera y segunda 1br y 1bh no son paralelas entre sí. En la implementación mostrada en la figura 11B, las paredes laterales primera y segunda 1br y 1bh se extienden de tal manera que su distancia aumenta a medida que se alejan de la parte de superficie superior 1a. En esta implementación, la primera pared lateral 1br se extiende en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 1a. La segunda pared lateral 1bh se extiende en una dirección con un ángulo en relación con el eje perpendicular a la parte de superficie superior 1a. La pestaña 1dr se extiende hacia fuera desde el segundo borde de la primera pared lateral 1br adyacente a la placa de cierre 2. Un miembro estructural que tiene la sección transversal mostrada en la figura 11A puede usarse, por ejemplo, como un pilar A.

En cada una de las implementaciones mostradas en las figuras 11A y 11B, la placa de cierre 2 tiene una curva que se dobla hacia fuera de su plano. La dirección en la que se extiende la cresta 2abh a lo largo de la curva de la placa de cierre 2 es la misma en la que se extiende el límite entre la superficie de contacto 1dh de la pared lateral 1bh que está en contacto con la placa de cierre 2 y la superficie que no está en el contacto con la placa de cierre 2. La dirección en la que se extiende la cresta 2abh formada a lo largo de la curva de la placa de cierre 2 puede ser la misma en la que se extiende la primera cresta 1abh (véase la figura 11D).

En la implementación mostrada en la figura 11C, ninguna de las dos paredes laterales 1br y 1bh está doblada. Es decir, la superficie de contacto 1dr de la pared lateral 1br que está en contacto con la placa de cierre 2 se extiende en la misma dirección que la pared lateral 1br. La superficie de contacto 1dh de la pared lateral 1bh que está en contacto con la placa de cierre 2 se extiende en la misma dirección que la pared lateral 1bh.

La placa de cierre 2 incluye dos partes de contacto 2br y 2bh que se superponen y están en contacto con el miembro ranurado 13, y una parte intermedia 2a entre las dos partes de contacto 2br y 2bh. Las partes entre la parte intermedia 2a y las dos partes de contacto 2br y 2bh están dobladas. La dirección en la que se forman las crestas 2abr y 2abh entre la parte intermedia 2a y las dos partes de contacto 2br y 2bh es la misma en la que se extienden las líneas de límite entre las superficies de contacto 1dr y 1dh de las paredes laterales 1br y 1bh que están en contacto con la placa de cierre 2 y las superficies de las paredes laterales 1br y 1bh que no están en contacto con la placa de cierre 2.

Los miembros estructurales 10g, 10h y 10i mostrados en las figuras 11A a 11C proporcionan los mismos efectos que el miembro estructural 10 mostrado en las figuras 1A a 1C. Las juntas 3r y 3h no se limitan a soldaduras. Por ejemplo, las juntas pueden ser elementos de sujeción tales como tornillos, adhesivos o soldaduras fuertes.

[Realización 2]

La realización 2 se refiere a la tercera disposición descrita anteriormente. La figura 12A es una vista en sección transversal de un miembro estructural de la presente realización; la figura 12B es una vista en planta del miembro estructural mostrado en la figura 12A; y la figura 12C es una vista lateral del miembro estructural de la figura 12A.

En el miembro estructural 10j mostrado en las figuras 12A a 12C, una parte de baja resistencia 1s se extiende desde el segundo borde de cada pared lateral 1b adyacente a la placa de cierre 2 (es decir, la segunda cresta 1bc) hasta una posición a una distancia S_h para la pared lateral 1b como se determina a lo largo de la dirección de la altura, y tiene una dimensión igual o mayor que la altura H de la pared lateral 1b como se mide en la dirección longitudinal. Esto aumentará la eficacia de absorción para la energía de impacto de un impacto aplicado a la placa de cierre 2.

El miembro estructural 10j mostrado en las figuras 12A a 12C incluye un miembro de sombrero 1 y una placa de cierre 2 unida al miembro de sombrero 1. Como se muestra en la figura 12A, el miembro de sombrero 1 incluye una parte de superficie superior 1a, dos paredes laterales 1b que se extienden desde ambos bordes de la parte de superficie superior 1a y enfrentadas entre sí, y dos pestañas 1c que se extienden desde las paredes laterales respectivas 1b hacia fuera como se determina a lo largo de la dirección en la que se disponen las paredes laterales. Las dos pestañas 1c están unidas a la placa de cierre 2.

Las partes del miembro de sombrero 1 del miembro estructural 10j que están localizadas entre la parte de superficie superior 1a y las dos paredes laterales 1b están dobladas. Los dobleces entre la parte de superficie superior 1a y las dos paredes laterales 1b forman las dos primeras crestas 1ab. Las partes entre las dos pestañas 1c y las dos paredes laterales 1b están dobladas. Los dobleces entre las dos pestañas 1c y las dos paredes laterales 1b forman las dos segundas crestas 1bc. Cada una de las dos paredes laterales 1b se localiza entre una primera cresta 1ab y una segunda cresta 1bc.

Como se muestra en la figura 12C, la dirección en la que se extiende cada segunda cresta 1ab es la misma que la dirección longitudinal del miembro estructural 10j. La dirección longitudinal del miembro estructural 10j es la misma que la dirección longitudinal de las paredes laterales 1b, y la misma que la dirección longitudinal de la parte de superficie superior 1a. En la implementación mostrada en la figura 12C, la dirección en la que se extiende la segunda cresta 1ab es la misma en la que se extiende la primera cresta 1ab.

En el miembro de sombrero 1a mostrado en las figuras 12A a 12C, cada pared lateral 1b incluye una parte de baja resistencia 1s y una parte de alta resistencia que tiene un límite de elasticidad más alto que la parte de baja resistencia 1s. La parte de baja resistencia 1s de la pared lateral 1b se extiende desde el segundo borde de la pared lateral 1b adyacente a la placa de cierre 2 (es decir, la segunda cresta 1bc) hasta el límite 1sk entre la parte de baja resistencia 1s y la parte de alta resistencia. La distancia S_h entre el segundo borde de la pared lateral 1b (es decir, la segunda cresta 1bc) y el límite 1sk como se mide en la dirección de la altura de la pared lateral 1b es del 20 al 40 % de la altura H de la pared lateral 1b. Además, como se muestra en la figura 12C, la parte de baja resistencia 1s se extiende una distancia igual o mayor que la altura H de la pared lateral 1b como se mide en la dirección longitudinal de la pared lateral 1b (es decir, la dirección en la que se extiende la primera cresta 1ab). Es decir, la dimensión de la parte de baja resistencia 1s como se mide en la dirección longitudinal de la pared lateral 1b es mayor que la altura H de la pared lateral 1b. El límite de elasticidad de la parte de baja resistencia 1s de cada pared lateral 1b es del 60 al 85 % del límite de elasticidad de la parte de alta resistencia como se mide en la posición media 1_{mid} de la pared lateral 1b como se determina a lo largo de la dirección de la altura.

En otras palabras, la parte de baja resistencia 1s de cada pared lateral 1b mostrada en las figuras 12A a 12C se extiende desde la segunda cresta 1bc hasta una posición a la distancia del 20 al 40 % de la altura H de la pared lateral 1b como se determina a lo largo de la dirección de la altura de la pared lateral 1b. Como se determina a lo largo de la dirección en la que se extiende la segunda cresta 1bc (es decir, la dirección longitudinal de la pared lateral 1b), se extiende la parte de baja resistencia 1s una distancia igual o mayor que la altura H de la pared lateral 1b.

En la presente realización, la dirección de la altura de cada pared lateral 1b es la dirección perpendicular a la placa de cierre 2. Más específicamente, la dirección perpendicular a la placa de cierre 2 es la dirección perpendicular al plano de la superficie de la placa de cierre 2. Si la placa de cierre 2 tiene una protuberancia, rebaje, escalón o parte curva, la dirección perpendicular a un plano imaginario que conecta las dos segundas crestas 1bc representa la dirección perpendicular a la placa de cierre 2. La altura H de la pared lateral 1b es la misma que la distancia entre las crestas primera y segunda 1ab y 1bc como se mide en la dirección perpendicular a la placa de cierre 2.

En el miembro estructural 10j de la presente realización, por ejemplo, el comportamiento de deformación encontrado cuando se aplica un impacto a la placa de cierre 2 en una dirección z tiende a mostrar un aplastamiento de sección transversal, como se muestra en la figura 4. Esto reducirá el grado de la deformación por flexión en la dirección perpendicular a la placa de cierre 2. Por lo tanto, cuando recibe un impacto, el miembro estructural 10j puede absorber una energía de impacto mayor con una deformación menor. Es decir, el miembro estructural 10j puede absorber eficientemente la energía de impacto.

Preferentemente, la distancia S_h para la parte de baja resistencia 1s no es mayor que el 35 % de la altura H de la pared lateral 1b, y más preferentemente no es mayor que el 30 %. Además, la distancia S_h es preferentemente no menor del 25 % de la altura H de la pared lateral 1b. La relación de la resistencia de la parte de baja resistencia 1s de la pared lateral 1b con la resistencia en la posición media 1mid como se determina a lo largo de la dirección de la altura (es decir, la relación de resistencia) preferentemente no es mayor que el 83 %, y más preferentemente no es mayor que el 80 %. La relación de resistencia es preferentemente no menor que el 70 %.

Las variaciones de la realización 1 pueden aplicarse a la realización 2.

En las realizaciones 1 y 2, las primeras crestas y/o segundas crestas pueden ser curvas. Por ejemplo, las primeras crestas y/o segundas crestas pueden ser curvas en una dirección de la altura de las paredes laterales, o pueden ser curvas en una dirección perpendicular a las paredes laterales. Además, la altura de una pared lateral (es decir, la distancia entre las crestas primera y segunda) puede variar a lo largo de la dirección longitudinal (es decir, la dirección en la que se extiende la primera cresta). Si la altura de una pared lateral varía en función de la posición como se determina a lo largo de la dirección longitudinal, la altura de la pared lateral, que proporciona una referencia para la distancia S_h para la parte de baja resistencia como se mide en la dirección de la altura y la distancia S_n como se mide en la dirección longitudinal, es la altura promedio de las partes de la pared lateral que tienen la parte de baja resistencia.

[Aplicaciones en vehículos]

Un vehículo que incluye el miembro estructural 10 de la realización 1 descrito anteriormente (que incluye los miembros estructurales 10e, 10e2, 10e3, 10g, 10h, 10i y otras variaciones; se aplican definiciones similares en lo sucesivo en el presente documento) en las realizaciones de la presente invención. En el vehículo, el miembro estructural 10 puede colocarse de tal manera que la parte de superficie superior 1a esté localizada hacia fuera con respecto al vehículo y la placa de cierre 2 esté localizada hacia dentro con respecto al vehículo. Es decir, el miembro estructural 10 se monta de tal manera que la superficie para liberar impactos se localiza hacia fuera con respecto al vehículo. Por lo tanto, cuando el miembro estructural 10 recibe un impacto desde el exterior del vehículo, se reduce la extensión de su protuberancia hacia el interior del vehículo. Esto reducirá la posibilidad de que el miembro estructural 10 entre en contacto con un dispositivo o una persona localizada en el interior del vehículo. Por ejemplo, evitará que el miembro estructural se doble bruscamente hacia el compartimiento de pasajeros tras un choque. Esto mejorará la seguridad.

Un vehículo que incluye el miembro estructural 10j de la realización 2 descrito anteriormente se incluye en las realizaciones de la presente invención. En el vehículo, el miembro estructural 10j puede colocarse de tal manera que la parte de superficie superior 1a esté localizada hacia dentro con respecto al vehículo y la placa de cierre 2 esté localizada hacia fuera con respecto al vehículo. Es decir, el miembro estructural 10j se monta de tal manera que la superficie para recibir impactos se localiza fuera del vehículo. Por lo tanto, cuando el miembro estructural 10 recibe un impacto desde el exterior del vehículo, se reduce la extensión de su protuberancia hacia el interior del vehículo.

Los miembros estructurales 10 y 10j se usan con dos posiciones separadas en la dirección longitudinal que se soporta. En tales implementaciones, el miembro estructural 10 o 10j incluye dos conexiones con las que está conectado al otro miembro. Es decir, el miembro estructural 10 o 10j está soportado por otro miembro en las conexiones. Una conexión también puede denominarse soporte. Las conexiones se proporcionan en al menos una de entre las paredes laterales 1b, la parte de superficie superior 1a y la placa de cierre 2.

El miembro estructural 10 o 10j se fija a otro miembro en las conexiones. Las conexiones del miembro estructural 10 o 10j se unen, por ejemplo, al otro miembro a través de elementos de sujeción o por soldadura. Pueden proporcionarse tres o más conexiones.

Las conexiones pueden construirse para insertarse en el espacio interior del miembro estructural 10 o 10j y soportar el miembro estructural 10 o 10j. Por ejemplo, en el caso del miembro estructural 10, puede formarse un orificio pasante en la placa de cierre 2 y el otro miembro puede insertarse a través del orificio pasante para unir un extremo del otro miembro a una superficie interior de la parte de superficie superior 1a. De esta manera, las conexiones pueden proporcionarse hacia dentro de la parte de superficie superior 1a del miembro estructural 10 con respecto al miembro. En el caso del miembro estructural 10j, puede formarse un orificio pasante en la parte de superficie superior 1a y el otro miembro puede insertarse a través del orificio pasante para unir un extremo del otro miembro a la superficie interior de la placa de cierre 2. De esta manera, las conexiones pueden proporcionarse hacia dentro de la placa de cierre 2 del miembro estructural 10j con respecto al miembro.

Las partes de baja resistencia 1s se localizan entre las dos conexiones. Es decir, al menos parte de cada parte de baja resistencia 1s está localizada en partes de la pared lateral asociada 1b entre las dos conexiones. Esto reducirá la deformación por flexión encontrada cuando se aplica un impacto a partes del miembro estructural que no están soportadas por las conexiones. Además, las partes de baja resistencia 1s se localizan en el medio entre las dos conexiones. Es decir, las partes de baja resistencia 1s se proporcionan en partes de las paredes laterales 1b localizadas en el medio entre las dos conexiones. Esto aumentará la eficiencia de absorción de energía de impacto

en las posiciones que probablemente recibirán impactos fuertes. Como resultado, se reducirá el grado de la deformación por flexión del miembro estructural debido a un impacto.

Además, puede desearse que las partes de baja resistencia 1s se localicen en el centro del miembro estructural 10 o 10j como se determina a lo largo de la dirección longitudinal por las siguientes razones: las partes del miembro estructural 10 o 10j que están en las proximidades de los extremos, distantes del centro como se determina a lo largo de la dirección longitudinal, están conectadas a otro miembro. Por lo tanto, la deformación por flexión de partes del miembro estructural 10 o 10j que tendrán el momento más pasajeros bajo un impacto y es más probable que se rompan (es decir, las partes intermedias entre las conexiones) se evitará de manera eficaz.

Por lo tanto, los miembros estructurales 10 y 10j pueden usarse como miembros estructurales de alta resistencia para vehículos. Los miembros estructurales para vehículos incluyen, por ejemplo, pilares A, pilares B, alféizares laterales, carriles de techo, miembros de piso, miembros laterales delanteros y otros miembros que constituyen partes de la carrocería de un vehículo y vigas de impacto de puertas, parachoques y otros miembros que se unen a la carrocería del vehículo para proteger los dispositivos y los pasajeros en el vehículo de un impacto exterior. Los miembros estructurales de los vehículos absorben la energía de impacto tras un choque del vehículo.

La figura 13 ilustra unos miembros estructurales a modo de ejemplo colocados en un vehículo. En la implementación mostrada en la figura 13, los pilares A 15, los pilares B 16, los alféizares laterales 17, los carriles de techo 18, el parachoques 19, los miembros laterales delanteros 20, la viga de impacto de puerta 21, los miembros de piso 22 y los miembros laterales traseros 23 se usan como miembros estructurales para vehículos. En al menos uno de estos miembros estructurales para vehículos, pueden proporcionarse las partes de baja resistencia 1 similares a las de los miembros estructurales 10 y 10j tratados anteriormente.

La figura 14 muestra un pilar B 16 implementado por el miembro estructural de acuerdo con una realización. En la implementación mostrada en la figura 14, similar al miembro estructural 10, el pilar B 16 incluye una parte de superficie superior 16a, un par de paredes laterales 16b, un par de pestañas 16c y una placa de cierre (no mostrada). La parte de superficie superior 16a del pilar B 16 se localiza hacia fuera con respecto al vehículo. El par de paredes laterales 16b se extienden desde ambos bordes de la parte de superficie superior 16a como se determina a lo largo de una dirección perpendicular a la dirección longitudinal y se enfrentan entre sí. Cada pared lateral 16b tiene un primer borde adyacente a la parte de superficie superior 16a y el segundo borde opuesto al mismo, y las pestañas 16c se extienden desde estos segundos bordes. La placa de cierre (no mostrada) está unida a la cara de cada pestaña 16c opuesta a la cara adyacente a la parte de superficie superior 16a, es decir, la cara localizada hacia dentro con respecto al vehículo. Se proporciona una parte de baja resistencia 16s en cada pared lateral 16b y se localiza adyacente a la parte de superficie superior 16a. La parte de baja resistencia 16s se extiende desde el límite entre la parte de superficie superior 16a y la pared lateral 16b (es decir, el hombro) hasta una posición a una distancia del 20 al 40 % de la altura de la pared lateral 16b. El límite de elasticidad de la parte de baja resistencia es del 60 al 85 % del límite de elasticidad de las otras partes (es decir, el límite de elasticidad de la pared lateral 16b, como se mide en la posición media como se determina a lo largo de la dirección de la altura).

Los miembros estructurales para vehículos que pueden absorber energía de impacto pueden clasificarse en general como aquellos que pueden deformarse a medida que se comprimen axialmente y aquellos que pueden deformarse a medida que se doblan bruscamente. Aquellos que pueden doblarse bruscamente absorben la energía de impacto mediante flexiones bruscas o aplastamiento de secciones transversales. Se requiere que partes como los pilares B y los alféizares laterales tengan una mayor eficacia de absorción de energía de impacto al estar contruidos con materiales de alta resistencia. Como tal, los efectos descritos anteriormente son significativos si el miembro estructural 10 de acuerdo con una realización se fabrica de un acero de súper alta resistencia en el que la resistencia a la tracción de cada pared lateral 1b como se mide en la posición media 1mid como se determina a lo largo de la dirección de la altura (es decir, la resistencia a la tracción de partes distintas de la parte de baja resistencia) sea de 980 MPa o superior (o un límite de elasticidad de 500 MPa o superior). Pueden lograrse efectos aún mayores si la resistencia de cada pared lateral 1b del miembro estructural 10, como se mide en la posición media 1mid (es decir, la resistencia de partes distintas de la parte de baja resistencia 1s) se expresa como una resistencia a la tracción de 1 GPa o superior.

El uso de los miembros estructurales 10 y 10j no se limita a aplicaciones en vehículos de cuatro ruedas tales como automóviles, como se muestra en la figura 13, y pueden usarse como miembros estructurales para, por ejemplo, vehículos de dos ruedas. Además, el uso de los miembros estructurales 10 y 10j no se limita a aplicaciones de vehículos. Por ejemplo, los miembros estructurales 10 y 10j pueden ser miembros estructurales de contenedores, construcciones, barcos o aviones resistentes a impactos.

[Proceso de fabricación]

El miembro estructural 10 o 10j puede formarse completamente de un mismo material. El miembro estructural 10 o 10j puede formarse, por ejemplo, a partir de una placa de acero. El proceso de fabricación del miembro estructural 10 o 10j incluye la etapa de fabricar un miembro de sombrero 1 (o miembro ranurado 13) que tenga unas partes de baja resistencia 1s, la etapa de fabricar una placa de cierre 2 y la etapa de unir el miembro de sombrero 1 y la placa

de cierre 2. La etapa de fabricar el miembro de sombrero 1 incluye la etapa secundaria de proporcionar diferencias de resistencia al material para formar partes de baja resistencia.

La formación de las partes de baja resistencia no se limita a un método específico. Por ejemplo, un miembro de sombrero 1 que incluye una parte endurecida puede crearse usando un conformado por medio de rodillos para deformar una placa de acero en forma de sombrero como se ve en una sección transversal, y calentando y enfriando localmente el material por métodos tales como un láser o calentamiento de alta frecuencia u ondas. En este caso, las partes que no se han templado tienen resistencias relativamente bajas y proporcionan las partes de baja resistencia. Como alternativa, todo el miembro de sombrero 1 puede fortalecerse mediante templado rápido antes de que el miembro se recueza parcialmente para formar las partes de baja resistencia.

Como alternativa, puede usarse el prensado en caliente (o estampado en caliente) para fabricar el miembro estructural 10 o 10j. Durante la etapa de prensado en caliente, las condiciones para calentar o enfriar pueden variar para zonas limitadas dentro del molde para crear las partes de baja resistencia en el material. Por ejemplo, una placa de acero puede calentarse a temperaturas a las que el acero proporciona una región de una sola fase de austenita (es decir, temperatura Ac3 o superior) y a continuación puede templarse mientras el acero se conforma usando un molde. La velocidad de enfriamiento puede variar durante este proceso, de tal manera que las partes enfriadas rápidamente proporcionan, en general, una microestructura de martensita dura y las partes enfriadas lentamente proporcionan una microestructura multifase blanda con ferrita y perlita o una microestructura de vainita. Por lo tanto, las partes enfriadas lentamente proporcionan las partes de baja resistencia.

La fabricación del miembro estructural 10 o 10j no se limita al método a modo de ejemplo descrito anteriormente. Por ejemplo, puede usarse una chapa en bruto a medida u otros métodos conocidos para proporcionar un miembro estructural 10 o 10j con partes de baja resistencia 1s.

Ejemplos

Para los presentes ejemplos, la deformación de los miembros estructurales, que tienen cada uno de los mismos un miembro de sombrero y una placa de cierre, descubierta cuando se hizo que un penetrador los golpeará, se analizó usando simulaciones. La figura 15 muestra esquemáticamente la construcción de un modelo de análisis para las simulaciones. En las simulaciones, con un miembro estructural 30 colocado en dos soportes 120 para estirarse sobre y entre los mismos, se hizo que el penetrador 110 golpeará la parte media del miembro estructural 30 como se determina a lo largo de la dirección longitudinal y se analizó el comportamiento de deformación resultante. El radio de curvatura del penetrador 110 era de 150 mm, y la velocidad inicial del penetrador era de 4 m/s. La masa del penetrador 110 era de 350 kg.

La figura 16 ilustra diversas dimensiones del miembro estructural 30 usado en las simulaciones vistas en una sección transversal perpendicular a la dirección longitudinal. El miembro estructural 30 incluye un miembro de sombrero 3 y una placa de cierre 4. El miembro de sombrero 3 incluye una parte de superficie superior 3a, un par de paredes laterales 3b y un par de pestañas 3c. Las paredes laterales 3b se extienden desde ambos bordes de la parte de superficie superior 3a y se enfrentan entre sí. Cada pared lateral 3b tiene un primer borde adyacente a la parte de superficie superior 3a y un segundo borde opuesto a la misma, y cada pestaña 3c se extiende desde el segundo borde de la pared lateral asociada 3b hacia fuera como se determina a lo largo de la dirección en la que se disponen las paredes laterales 3b. La placa de cierre 4 se fija al par de pestañas 3c. Cada pared lateral 3b tiene una parte de baja resistencia 3s que se extiende desde el primer borde hasta una posición a una distancia Sh.

En la figura 16, H = 50 mm, W1 = 50 mm, W2 = 65 mm, W3 = 40 mm y t = 1,4 mm. Se realizaron simulaciones de impacto donde se varió la distancia Sh para la parte de baja resistencia 3s. Se realizaron simulaciones de impacto donde se cambiaron las resistencias de las partes de baja resistencia 3s y las otras partes. La longitud SL de la mitad de la dimensión de la parte de baja resistencia 3s como se mide en la dirección longitudinal (véase la figura 15) era H/2.

La figura 17 es una gráfica de la cantidad de deformación acompañada de una curva bajo una carga de impacto, con diferentes relaciones de resistencia de las partes de baja resistencia 3s con las otras partes, donde $Sh = (2/5) H$. En la figura 17, el eje vertical indica la cantidad de intrusión (o protrusión) de un miembro estructural como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior 3a (es decir, la dirección z). El eje horizontal indica la relación de la resistencia de la parte de baja resistencia 3s con la resistencia de las otras partes de alta resistencia (o parte media de cada pared lateral 3b como se determina a lo largo de la dirección de la altura) (relación de resistencia = resistencia de las partes de baja resistencia / resistencia de las partes de alta resistencia). En la gráfica de la figura 17, los rombos representados gráficamente indican los valores resultantes cuando el límite de elasticidad de las partes de alta resistencia era de 120 kgf, y los cuadrados representados gráficamente indican los valores resultantes cuando el límite de elasticidad de las partes de alta resistencia era de 145 kgf.

En la sección de relación de resistencia entre 0,60 y 0,85, la cantidad de intrusión disminuyó a medida que aumentó la relación de resistencia (flecha Y1). En esta sección, la forma de deformación era el aplastamiento de sección transversal, como se muestra en la figura 4. En esta sección, cuando la resistencia de las partes de baja resistencia

era baja (es decir, la relación de resistencia era 0,60 o inferior), la cantidad de intrusión era grande a pesar de que se mostró un aplastamiento de la sección transversal, y era sustancialmente igual a la cantidad de intrusión descubierta cuando la relación de resistencia superó el 0,85. Cuando la relación de resistencia superó el 0,85, la cantidad de intrusión aumentó rápidamente (flecha Y2). Cuando la relación de resistencia aumentó de 0,85, la cantidad de intrusión aumentó a medida que aumentó la relación de resistencia (flecha Y3). Esto se debe presumiblemente a que, en la relación de resistencia de 0,85, la forma de deformación cambió del aplastamiento en sección transversal como se muestra en la figura 4 a la flexión como se muestra en la figura 3. Por lo tanto, cuando la resistencia de las partes de baja resistencia era demasiado alta (la relación de resistencia era alta), el miembro se doblaba bruscamente para deformarse, y aumentaba la cantidad de intrusión. Los resultados de la figura 17 demuestran que, con el fin de reducir la cantidad de intrusión de la deformación por flexión debida a un impacto, la relación de resistencia está preferentemente en el intervalo del 60 al 85 %, y la relación de resistencia está preferentemente en el intervalo del 70 al 85 %.

La Tabla 1 proporcionada a continuación enumera los comportamientos de deformación encontrados cuando la relación de resistencia era del 0,83 (es decir, el límite de elasticidad de las partes de baja resistencia era YP 100 MPa y el límite de elasticidad de las otras partes era YP 120 MPa) y se cambió la distancia Sh para la parte de baja resistencia. En la Tabla 1, una flecha hacia arriba indica el mismo valor que el de la fila directamente anterior. Un círculo (o) en la columna para el comportamiento de deformación indica un aplastamiento de sección transversal como se muestra en la figura 4, y una cruz (x) indica una flexión brusca como se muestra en la figura 3.

[Tabla 1]

Caso	Sh	Comportamiento de la deformación
1	0	x
2	H/2	x
3	2H/5	o
4	H/3	o
5	H/5	o
6	H/10	x

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 1, el comportamiento de deformación era una curva brusca (véase la figura 3) cuando no se proporcionó una parte de baja resistencia ($Sh = 0$) y cuando $Sh = H/2$ (Sh era el 50 % de H) y $Sh = H/10$ (Sh era el 10 % de H). El comportamiento de deformación era el aplastamiento de sección transversal (véase la figura 4) cuando $Sh = 2H/5$ (Sh era el 40 % de H), $Sh = H/3$ (Sh era aproximadamente el 33 % de H) y $Sh = H/5$ (Sh era el 20 % de H). Estos resultados demuestran que el comportamiento de deformación era el aplastamiento de sección transversal y la cantidad de intrusión se minimizó cuando la distancia Sh para la parte de baja resistencia $3s$ comenzaba con el primer borde de la pared lateral $3b$ que es adyacente a la parte de superficie superior $3a$ era del 20 al 40 % de la altura H de la pared lateral $3b$.

Se realizaron simulaciones adicionales con diferentes superficies que el penetrador 110 golpeó y con diferentes dimensiones SL de la parte de baja resistencia $3s$ como se miden en la dirección longitudinal. La figura 18 muestra esquemáticamente la construcción de un modelo de análisis en las simulaciones. En el modelo mostrado en la figura 18, el miembro estructural 30 se colocó en dos soportes 120 con el fin de estirarse sobre y entre los mismos de tal manera que el miembro de sombrero 3 se colocara hacia abajo y la placa de cierre 4 se colocara hacia arriba. El centro del miembro estructural 30 como se determina a lo largo de la dirección longitudinal se localizó en el medio entre los dos soportes 120. Se hizo que el penetrador 110 golpeará la parte media de la placa de cierre 4, como se determina a lo largo de la dirección longitudinal. En el modelo mostrado en la figura 18, cada uno de los pares de paredes laterales $3b$ incluía una parte de baja resistencia $3s$ que se extendía desde el segundo borde de la misma adyacente a la placa de cierre 4 hasta una posición a una distancia Sh .

Se realizaron simulaciones para el modelo mostrado en la figura 15 donde se hizo que el penetrador 110 golpeará el miembro de sombrero (en lo sucesivo en el presente documento denominado modelo de sombrero vertical) y el modelo mostrado en la figura 18 donde se hizo que el penetrador 110 golpeará la placa de cierre 4 (en lo sucesivo en el presente documento denominado modelo de sombrero invertido). Más específicamente, se analizaron el modelo de sombrero vertical y el modelo de sombrero invertido donde se varió la dimensión de la parte de baja resistencia $3s$ como se determina a lo largo de la dirección de la altura $Sh = H/3$ y la dimensión de la misma como se determina a lo largo de la dirección longitudinal SL : $SL = 0, H/2$ y H . Es decir, las simulaciones se realizaron bajo las siguientes condiciones, caso 1 a caso 6:

- caso 1: modelo de sombrero vertical, $SL = 0, Sh = 0$ (sin una parte de baja resistencia)
- caso 2: modelo de sombrero vertical, $SL = H/2, Sh = H/3$
- caso 3: modelo de sombrero vertical, $SL = H, Sh = H/3$
- caso 4: modelo de sombrero invertido, $SL = 0, Sh = 0$ (sin una parte de baja resistencia)
- caso 5: modelo con sombrero invertido, $SL = H/2, Sh = H/3$
- caso 6: modelo de sombrero invertido, $SL = H, Sh = H/3$

Las figuras 19 y 20 son gráficas que muestran los resultados del análisis para los casos 1 a 6. La figura 19 es una gráfica con líneas de carga-golpe (líneas F-S) para los casos 1 a 3 para el modelo de sombrero vertical. La figura 20 es una gráfica con líneas de carga-golpe (líneas F-S) para los casos 4 a 6 para el modelo de sombrero invertido. Los resultados del análisis en la figura 19 muestran que la carga disminuye más lentamente para el caso 3 que para los casos 1 y 2. Los resultados del análisis en la figura 20 muestran que la carga disminuye más lentamente para el caso 6 que para los casos 4 y 5. Se presume que, bajo las condiciones de los casos 3 y 6, se evitó la curva de tal manera que la carga continuara. Esto demuestra que, independientemente de si se usa el modelo de sombrero vertical o el modelo de sombrero invertido, la eficacia de absorción de energía de impacto será mayor y la curva será menor si la dimensión de la parte de baja resistencia $3s$ como se mide en la dirección longitudinal es igual a la altura H de la pared lateral que si es $H/2$.

La figura 21 muestra los resultados del análisis del comportamiento de deformación para los casos 1 a 3. La figura 22 muestra los resultados del análisis del comportamiento de deformación para los casos 4 a 6. Las figuras 21 y 22 muestran cómo se deforma un miembro estructural para un golpe de 20 mm. De acuerdo con los resultados del análisis para los casos 1 a 3 para los modelos de sombrero vertical mostrados en la figura 21, la deformación se expande en la dirección longitudinal y la curva se minimiza para el caso 3, donde $SL = H$, para el caso 1, donde $SL = 0$, y el caso 2, donde $SL = H/2$. De acuerdo con los resultados del análisis para los casos 4 a 6 para los modelos de sombrero vertical mostrados en la figura 22, la deformación se expande en la dirección longitudinal y la curva se minimiza para el caso 6, donde $SL = H$, para el caso 4, donde $SL = 0$, y el caso 5, donde $SL = H$.

Se realizaron experimentos reales donde se fabricaron unas muestras de prueba similares al miembro estructural mostrado en la figura 15 y se aplicaron impactos a las mismas. Cada una de las muestras de prueba se colocó en dos soportes colocados para estar separados en la dirección longitudinal de la muestra de prueba, con la placa de cierre localizada hacia abajo, y se hizo que un penetrador (peso descendente) golpeará el miembro de sombrero. La masa del penetrador era de 376 kg y la velocidad de impacto del penetrador era de 3,9 m/s. Se fabricaron dos muestras de prueba, es decir, un miembro estructural con una resistencia uniforme y un miembro estructural con partes de baja resistencia, y el penetrador aplicó un impacto a cada uno de los mismos. Cada parte de baja resistencia se extendía desde el borde de la pared lateral localizada adyacente a la parte de superficie superior hasta una posición a una distancia Sh como se mide en la dirección de la altura y que se extendía una distancia LS como se mide en la dirección longitudinal de la pared lateral. En este caso, la distancia $Sh = 0,3 H$ (es decir, el 30 % de la altura H de la pared lateral) y la distancia $LS = H$ (es decir, la altura H de la pared lateral).

La figura 23 muestra el resultado de la deformación de la muestra de prueba con una resistencia uniforme. La figura 24 muestra el resultado de la deformación de la muestra de prueba con partes de baja resistencia. La muestra de prueba mostrada en la figura 23 se dobló bruscamente. La muestra de prueba mostrada en la figura 24 se deformó en un aplastamiento transversal. El grado de deformación debido a un impacto fue menor en la muestra de prueba con partes de baja resistencia.

La figura 25 es una gráfica de los resultados de la medición de los experimentos de impacto para muestras de prueba con partes de baja resistencia y los resultados del análisis mediante simulaciones usando modelos del mismo miembro estructural que la muestra de prueba. En la gráfica de la figura 25, el eje horizontal indica la cantidad de desplazamiento (mm) del impactador (penetrador) y el eje vertical indica la carga (kN). En la gráfica, la línea fina indica los resultados del experimento y la línea gruesa indica los resultados del análisis. Los resultados mostrados en la figura 25 demuestran que los resultados del análisis de las simulaciones estuvieron cerca de los resultados del experimento.

Aunque se han descrito las realizaciones de la presente invención, las realizaciones anteriores son simplemente ejemplos para realizar la presente invención. Por lo tanto, la presente invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente, y las realizaciones descritas anteriormente pueden modificarse de acuerdo a como sea apropiado sin alejarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Explicación de caracteres

- 55 1: miembro de sombrero
- 1a: parte de superficie superior
- 1b: paredes laterales
- 1c: pestañas
- 1s: partes de baja resistencia
- 60 2: placa de cierre
- 10: miembro estructural

REIVINDICACIONES

1. Un miembro estructural (10) que comprende:

- 5 al menos una placa de cierre (2); y
un miembro de sombrero (1),
incluyendo el miembro de sombrero (1):
- 10 una parte de superficie superior (1a);
dos primeras crestas en ambos bordes de la parte de superficie superior (1a);
dos pestañas (1c) unidas a la placa de cierre (2);
dos segundas crestas en los bordes de las dos pestañas (1c); y
dos paredes laterales (1b), estando cada pared lateral (1b) localizada entre una de las dos primeras crestas y
una de las dos segundas crestas,
15 **caracterizado por que:**
- 20 cada una de las dos paredes laterales (16) incluye una parte de baja resistencia (1s) que se extiende
desde una de las primeras crestas hacia una de las segundas crestas hasta una posición del 20 al 40 %
de una distancia entre la una primera cresta y la una segunda cresta como se mide en una dirección
perpendicular a la parte de superficie superior (1a),
la parte de baja resistencia (1s) se extiende, como se determina a lo largo de una dirección en la que se
extiende la primera cresta, una longitud igual o mayor que la distancia entre la una primera cresta y la una
segunda cresta como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a),
25 la parte de baja resistencia (1s) que tiene un límite de elasticidad del 60 al 85 % del límite de elasticidad
de la pared lateral (1b) como se mide en el medio de la pared lateral (15) como se determina a lo largo de
la dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a),
la parte de superficie superior (1a) o la placa de cierre (2) incluye al menos dos conexiones separadas
entre sí como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de las paredes laterales (1b) y
conectables a otro miembro,
30 la parte de baja resistencia (1s) está localizada en el medio de la pared lateral (1b) entre las al menos dos
conexiones como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de las paredes laterales (1b).

2. Un miembro estructural (10) que comprende:

- 35 al menos una placa de cierre (2); y
un miembro de sombrero (1),
incluyendo el miembro de sombrero (1):
- 40 una parte de superficie superior (1a);
dos primeras crestas en ambos bordes de la parte de superficie superior (1a);
dos pestañas (1c) unidas a la placa de cierre (2);
dos segundas crestas en los bordes de las dos pestañas (1c); y
dos paredes laterales (15), estando cada pared lateral (15) localizada entre una de las dos primeras crestas y
una de las dos segundas crestas,
45 **caracterizado por que:**
- 50 cada una de las dos paredes laterales (1b) incluye una parte de baja resistencia (1s) que se extiende
desde una de las segundas crestas hacia una de las primeras crestas hasta una posición del 20 al 40 %
de una distancia entre la una segunda cresta y la una primera cresta como se mide en una dirección
perpendicular a la placa de cierre (2),
la parte de baja resistencia (1s) se extiende, como se determina a lo largo de una dirección en la que se
extiende la segunda cresta, una longitud igual o mayor que la distancia entre la una segunda cresta y la
una primera cresta como se mide en la dirección perpendicular a la placa de cierre (2),
55 la parte de baja resistencia (1s) tiene un límite de elasticidad del 60 al 85 % del límite de elasticidad de la
pared lateral como se mide en el medio de la pared lateral (15) como se determina a lo largo de la
dirección perpendicular a la placa de cierre (2),
la parte de superficie superior (1a) o la placa de cierre (2) incluye al menos dos conexiones separadas
entre sí como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de las paredes laterales (1b) y
conectables a otro miembro,
60 la parte de baja resistencia (1s) está localizada en el medio de la pared lateral (1b) entre las al menos dos
conexiones como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de las paredes laterales (1b).

3. Un miembro estructural (10) que comprende:

- 65 al menos una placa de cierre (2); y
un miembro ranurado (13),

incluyendo el miembro ranurado (13):

una parte de superficie superior (1a);
 dos primeras crestas en ambos bordes de la parte de superficie superior;
 dos juntas unidas al miembro ranurado y a la placa de cierre; y
 dos paredes laterales (15), estando cada pared lateral (15) localizada entre una de las dos primeras crestas y una de las dos juntas,
caracterizado por que:

cada una de las dos paredes laterales (15) incluye una parte de baja resistencia (1s) que se extiende desde una de las primeras crestas hacia una de las juntas hasta una posición del 20 al 40 % de una distancia entre la una primera cresta y la una junta como se mide en una dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a),
 la parte de baja resistencia (1s) se extiende, como se determina a lo largo de una dirección en la que se extiende la primera cresta, una longitud igual o mayor que la distancia entre la una primera cresta y la una junta como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a),
 la parte de baja resistencia (1s) tiene un límite de elasticidad del 60 al 85 % del límite de elasticidad de la pared lateral (15) como se mide en el centro de la pared lateral (15) como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a),
 la parte de superficie superior (1a) o la placa de cierre (2) incluye al menos dos conexiones separadas entre sí como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de las paredes laterales (1b) y conectables a otro miembro, la parte de baja resistencia (1s) está localizada en el medio de la pared lateral (1b) entre las al menos dos conexiones, como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de las paredes laterales (1b).

4. Un miembro estructural (10) que comprende:

al menos una placa de cierre (2); y
 un miembro ranurado (13),
 incluyendo el miembro ranurado (13):

una parte de superficie superior (1a);
 dos primeras crestas en ambos bordes de la parte de superficie superior (1a);
 una pestaña (1c) unida a la placa de cierre (2);
 una segunda cresta en un borde de la pestaña (1c);
 una junta que une una parte del miembro ranurado (13) distinta de la pestaña (1c), y la placa de cierre (1a);
caracterizado por que:
 una primera pared lateral (1b) está localizada entre una de las dos primeras crestas y la segunda cresta,
 la primera pared lateral (1b) que incluye una primera parte de baja resistencia (1s),
 la primera parte de baja resistencia (1s) se extiende desde una de las primeras crestas hacia la segunda cresta hasta una posición del 20 al 40 % de una distancia entre la una primera cresta y la segunda cresta como se mide en una dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a) y
 la primera parte de baja resistencia (1s) se extiende, como se determina a lo largo de una dirección en la que se extiende la primera cresta, una longitud igual o mayor que la distancia entre la una primera cresta y la segunda cresta como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a),
 la primera parte de baja resistencia (1s) tiene un límite de elasticidad del 60 al 85 % de un límite de elasticidad de la primera pared lateral como se mide en el medio de la primera pared lateral como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a); y
 una segunda pared lateral (1b) localizada entre la otra una de las dos primeras crestas y la junta,
 la segunda pared lateral (15) incluye una segunda parte de baja resistencia (1s),
 la segunda parte de baja resistencia (15) se extiende desde la otra una de las primeras crestas hacia la junta hasta una posición del 20 al 40 % de una distancia entre la otra una de las primeras crestas y la junta, como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a),
 la segunda parte de baja resistencia (1s) se extiende, como se determina a lo largo de una dirección en la que se extiende la primera cresta, una longitud igual y mayor que la distancia entre la otra primera cresta y la junta como se mide en la dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a),
 la segunda parte de baja resistencia (1s) tiene un límite de elasticidad del 60 al 85 % de un límite de elasticidad de la segunda pared lateral como se mide en el medio de la segunda pared lateral como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior (1a),
 la parte de superficie superior (1a) o la placa de cierre (2) incluye al menos dos conexiones separadas entre sí como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de las paredes laterales (1b) y conectables a otro miembro,
 la parte de baja resistencia (1s) está localizada en el medio de la pared lateral (1b) entre las al menos dos conexiones como se determina a lo largo de la dirección longitudinal de las paredes laterales (1b).

5. El miembro estructural de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1, 3 y 4, en el que, para cada una

de las dos paredes laterales, una resistencia a la tracción de la pared lateral como se mide en el medio de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la parte de superficie superior es de 980 MPa o superior.

- 5 6. El miembro estructural de acuerdo con la reivindicación 3, en el que, para cada una de las dos paredes laterales, una resistencia a la tracción de la pared lateral como se mide en el medio de la pared lateral como se determina a lo largo de la dirección perpendicular a la placa de cierre es de 980 MPa o superior.
- 10 7. Un vehículo que comprende el miembro estructural de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1, 3 y 4, en el que el miembro estructural está colocado de tal manera que la parte de superficie superior está localizada hacia fuera con respecto al vehículo y la placa de cierre está localizada hacia dentro con respecto al vehículo.
- 15 8. Un vehículo que comprende el miembro estructural de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el miembro estructural está colocado de tal manera que la placa de cierre está localizada hacia fuera con respecto al vehículo y la parte de superficie superior está localizada hacia dentro con respecto al vehículo.

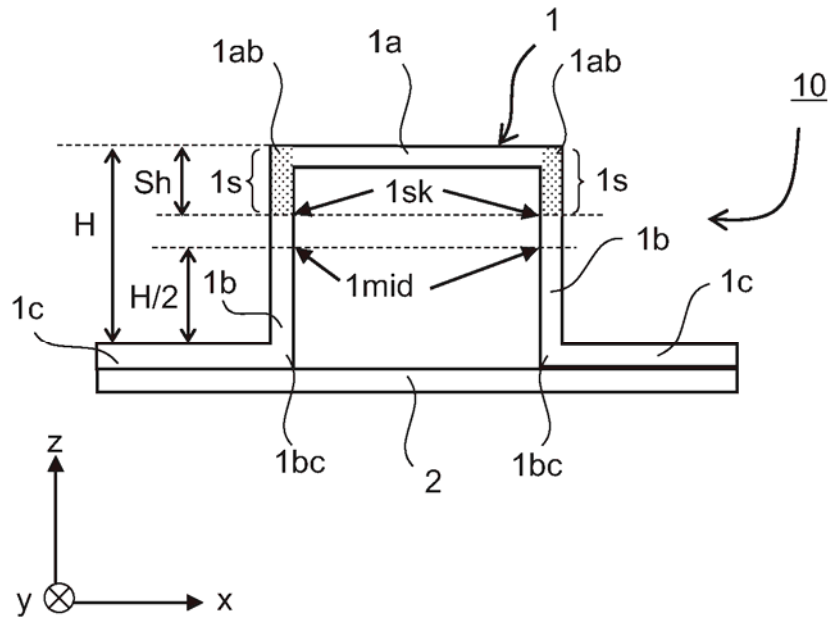


FIG. 1A

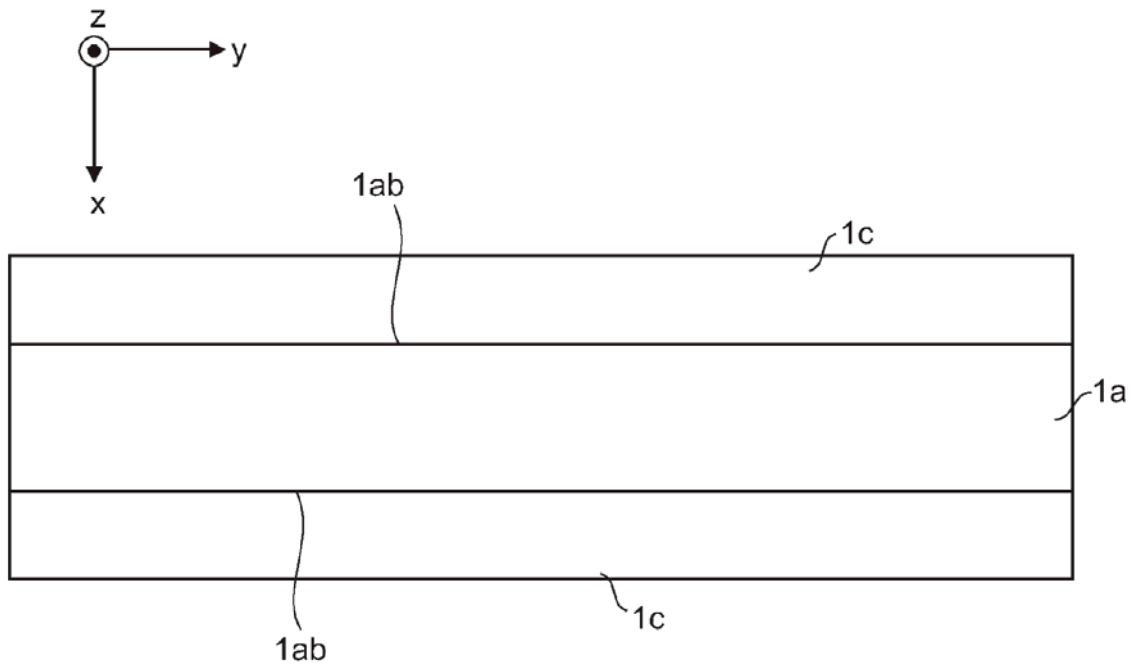


FIG. 1B

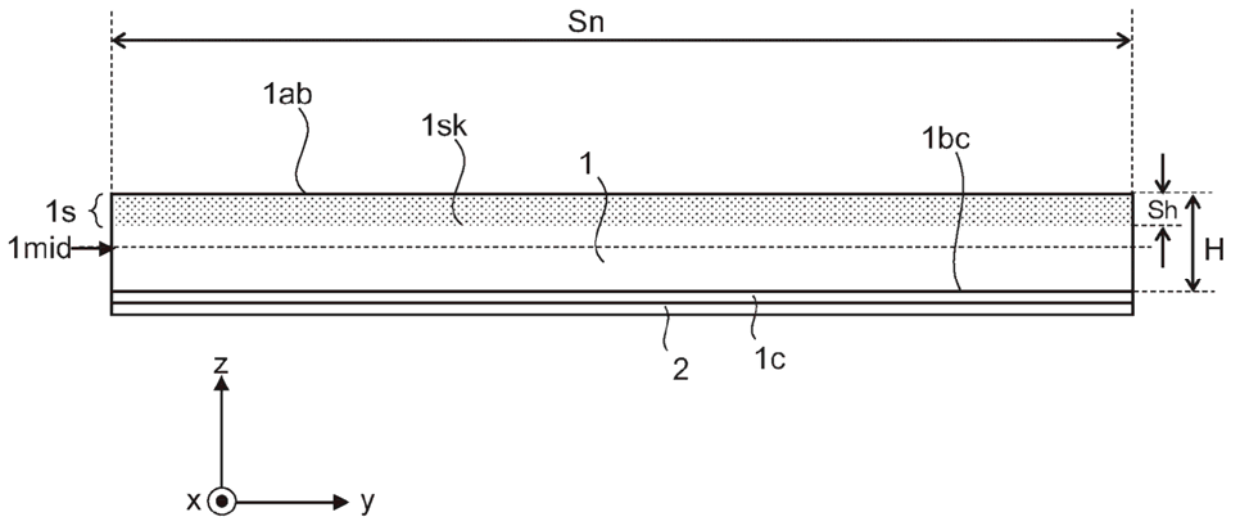
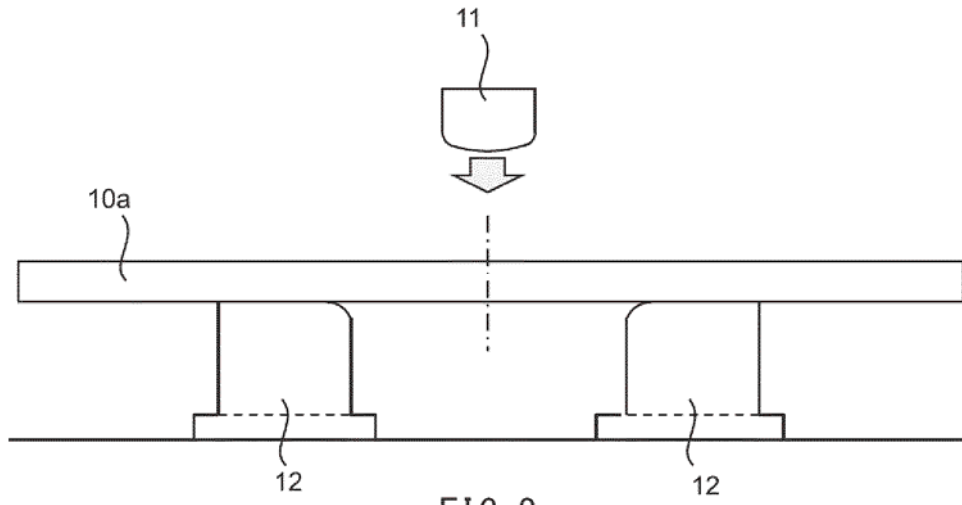


FIG. 1C



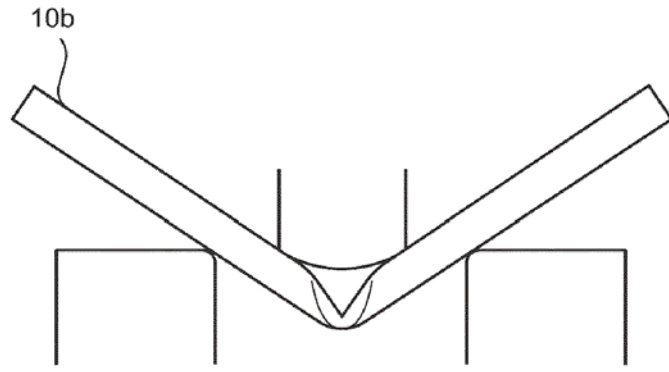


FIG. 3

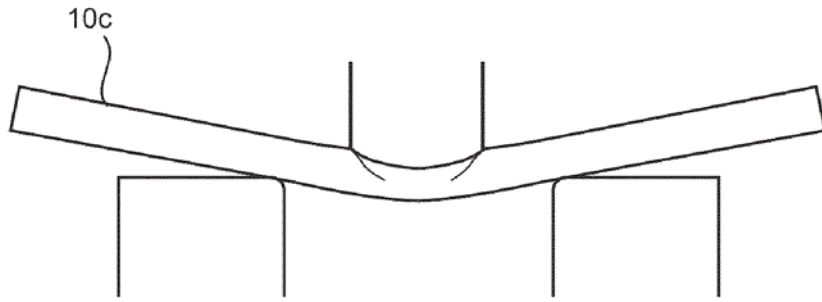


FIG. 4

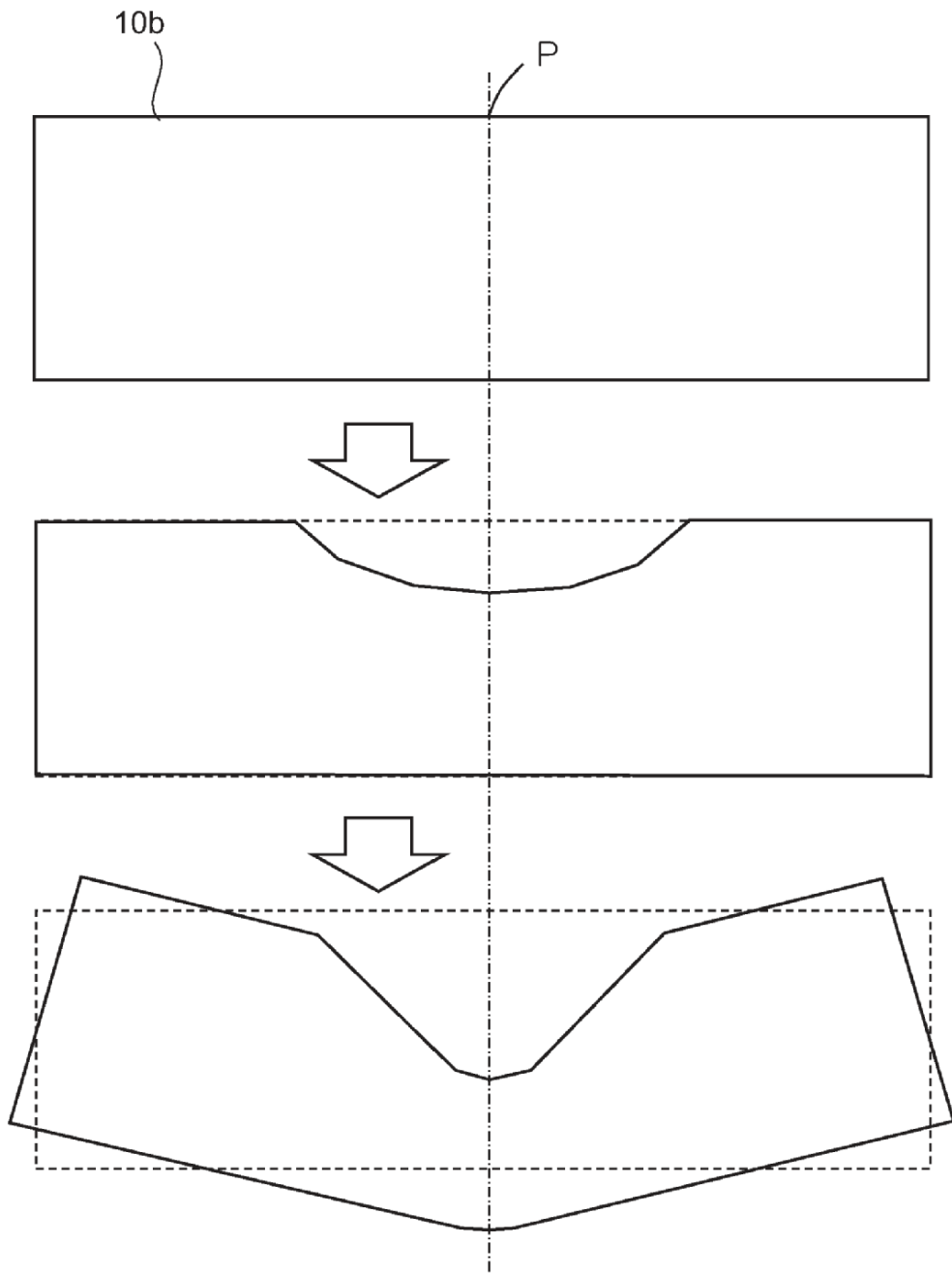


FIG. 5

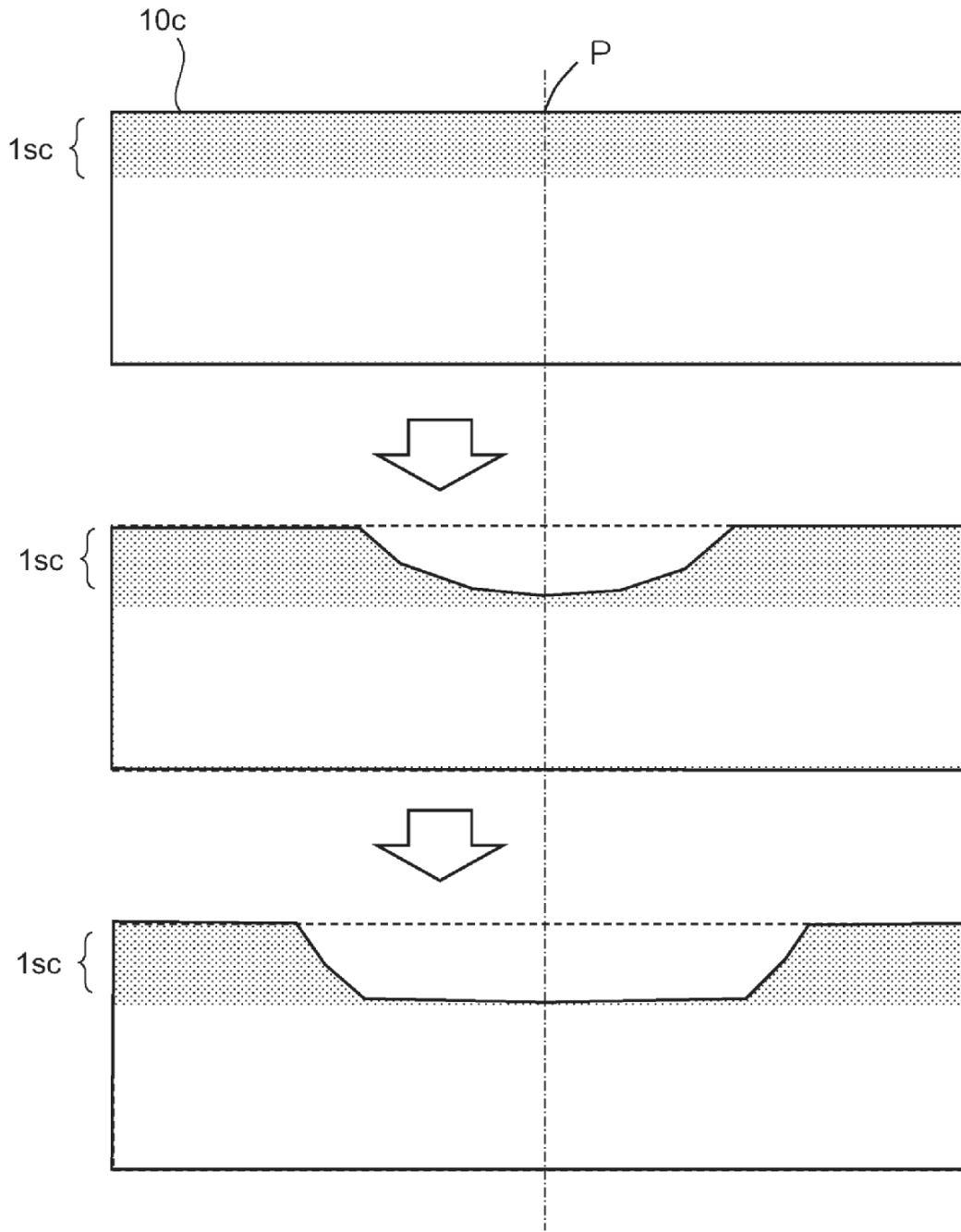


FIG. 6

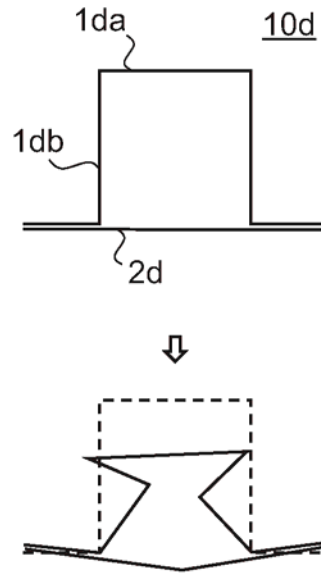


FIG. 7A

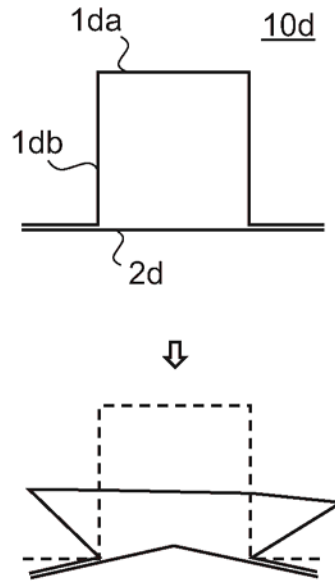


FIG. 7B

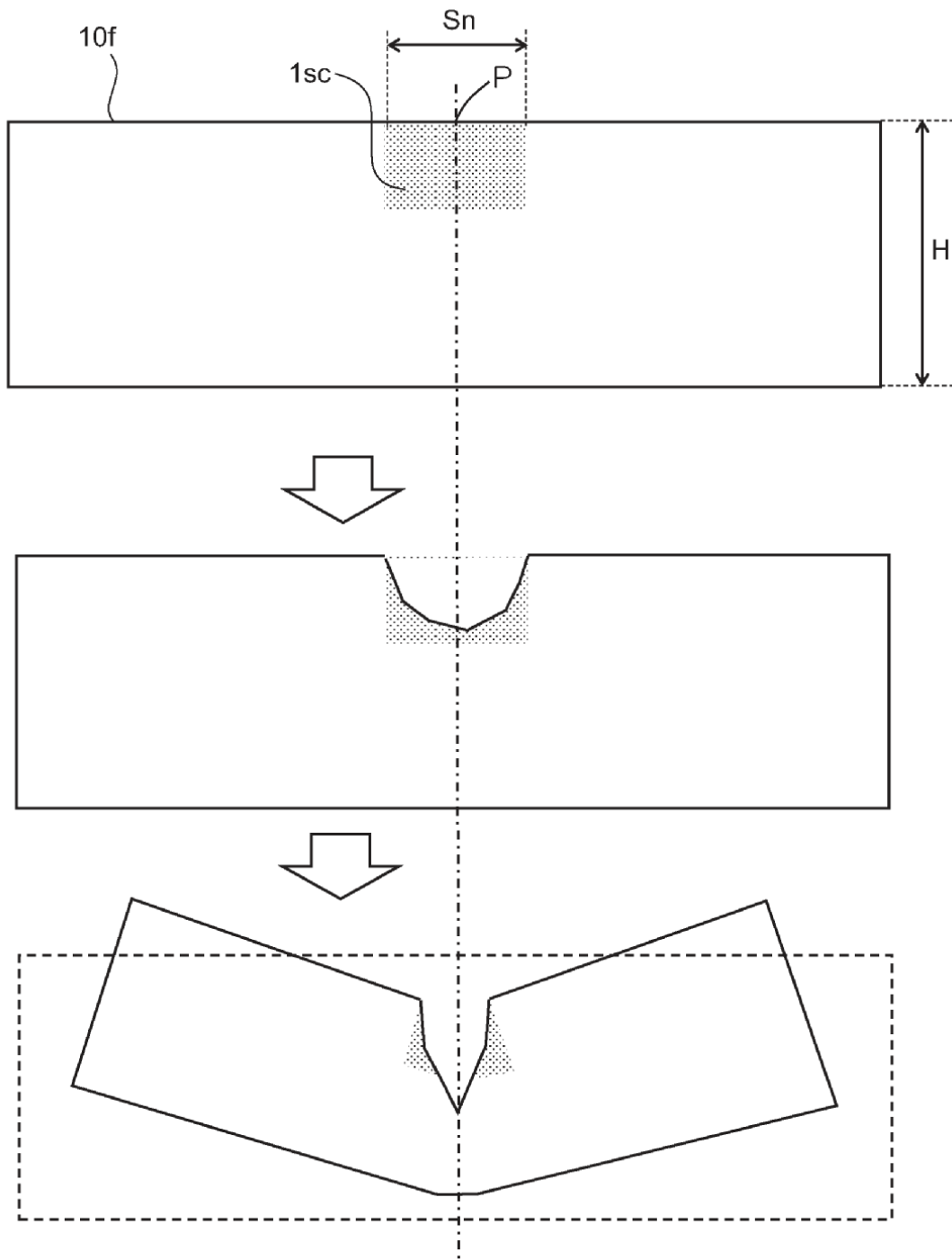


FIG. 8

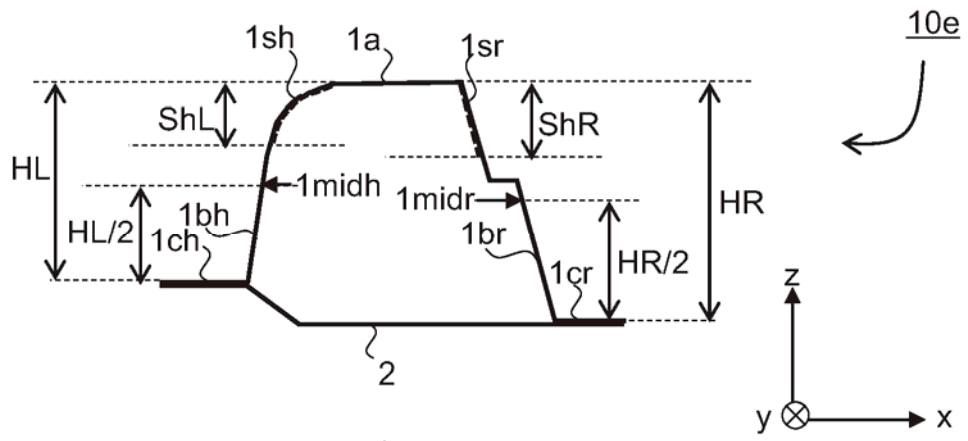


FIG. 9A

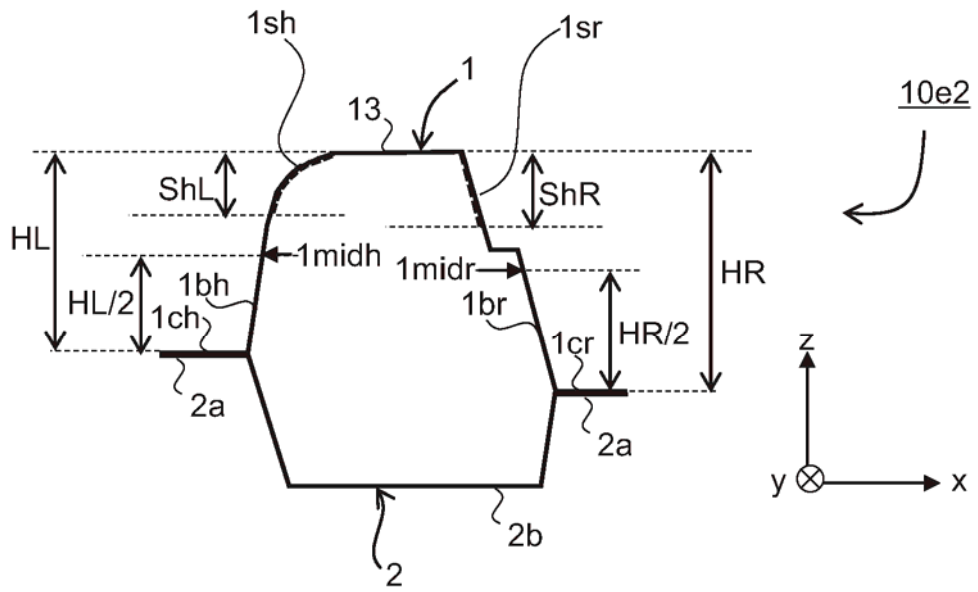
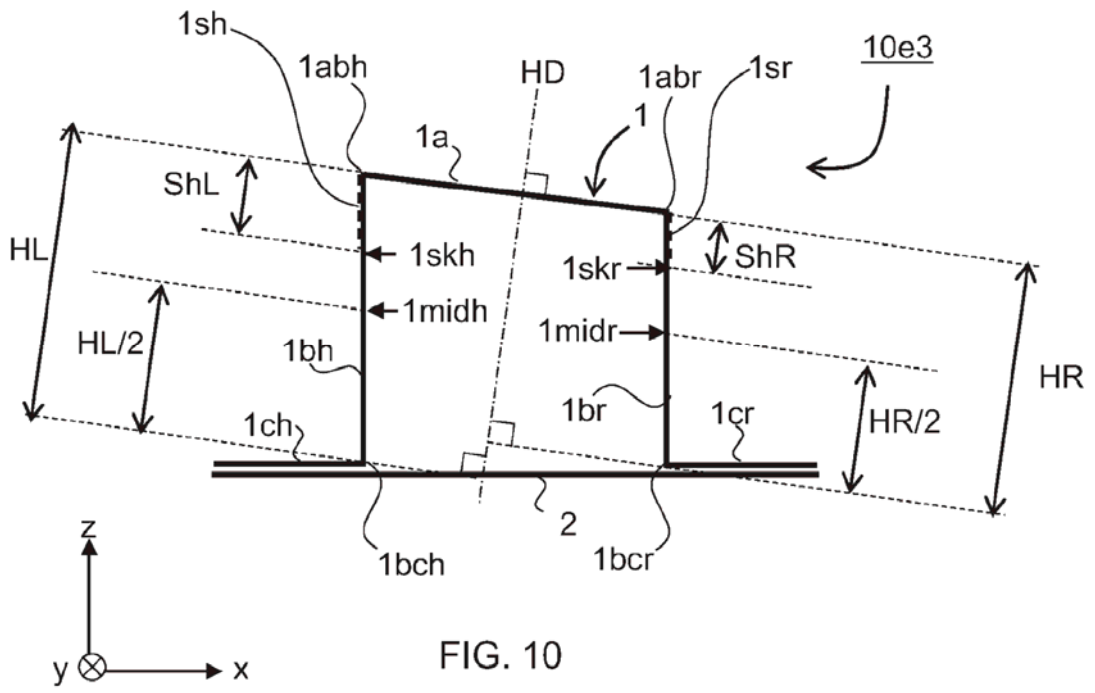
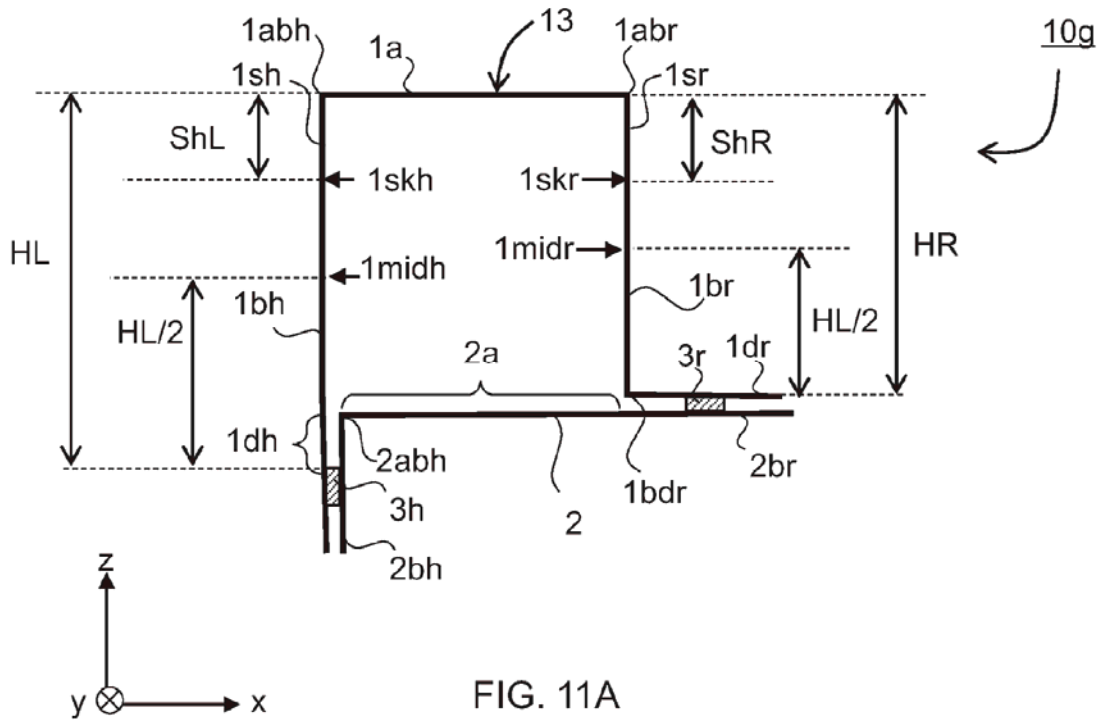


FIG. 9B





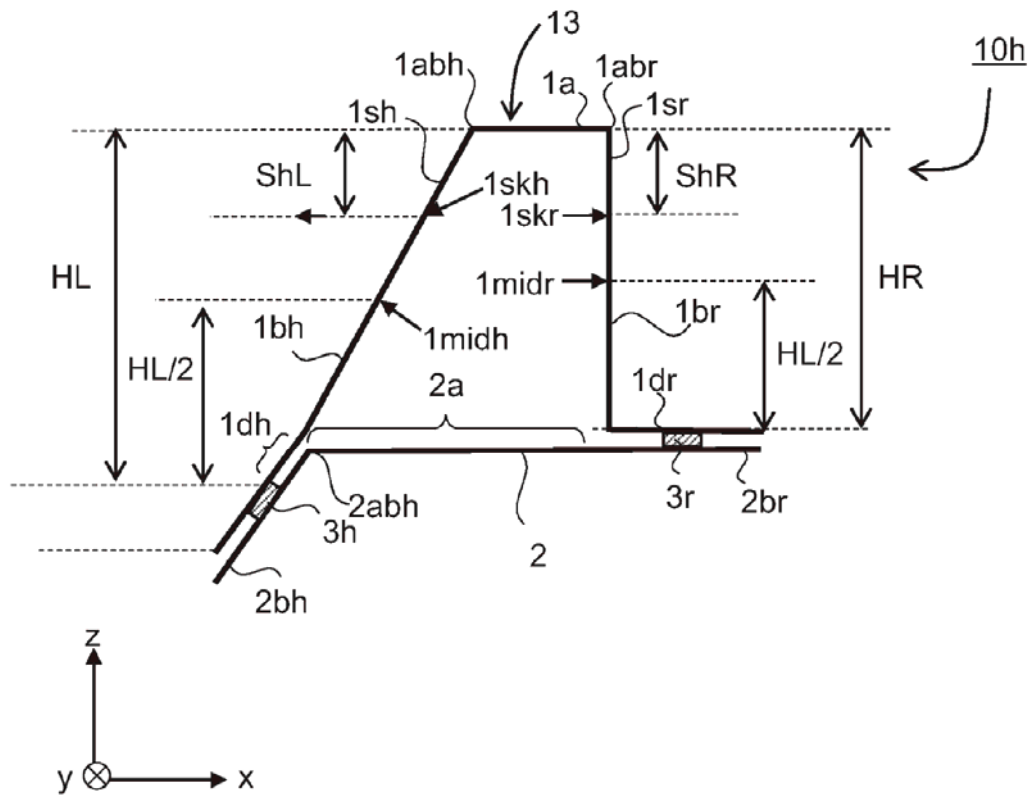
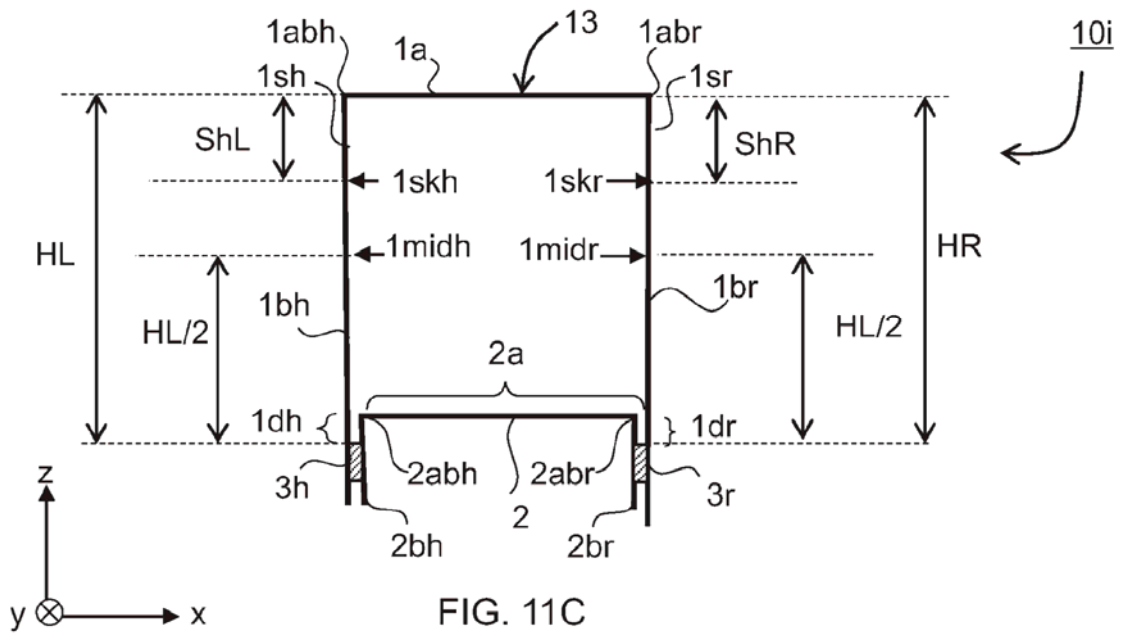
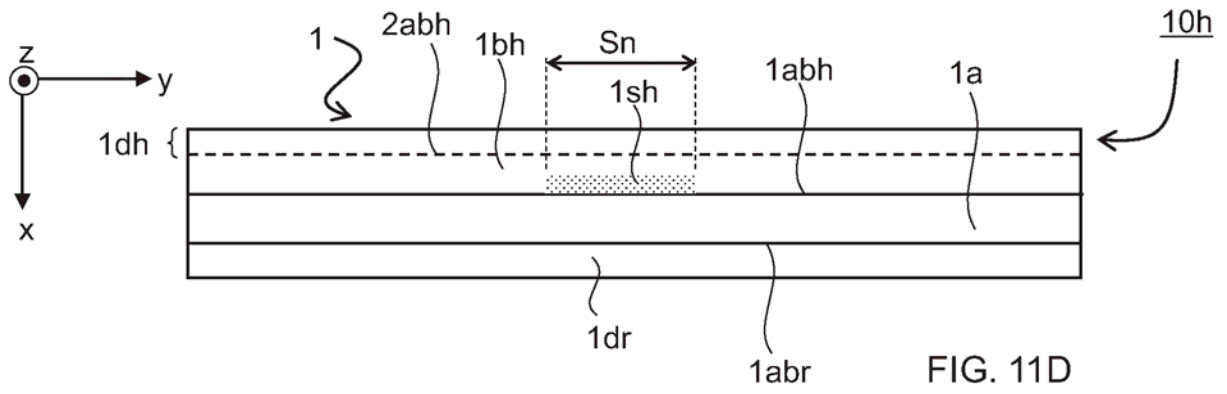


FIG. 11B





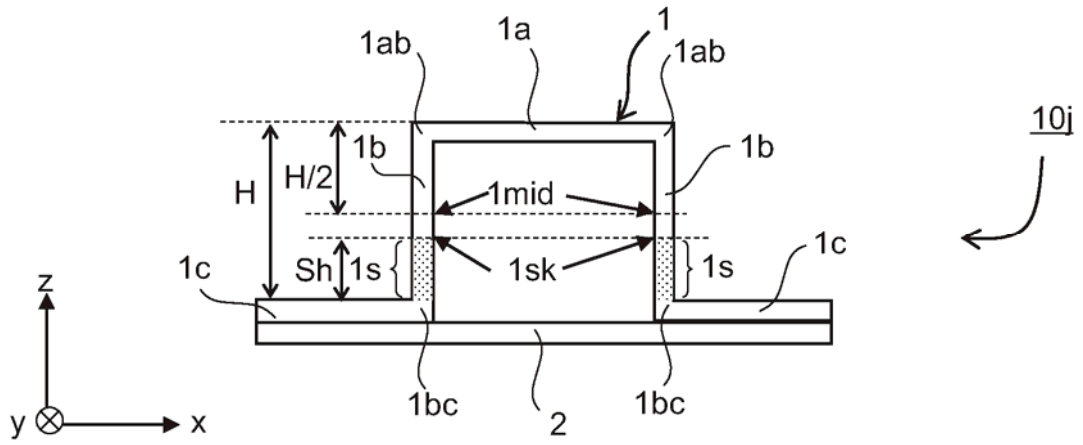
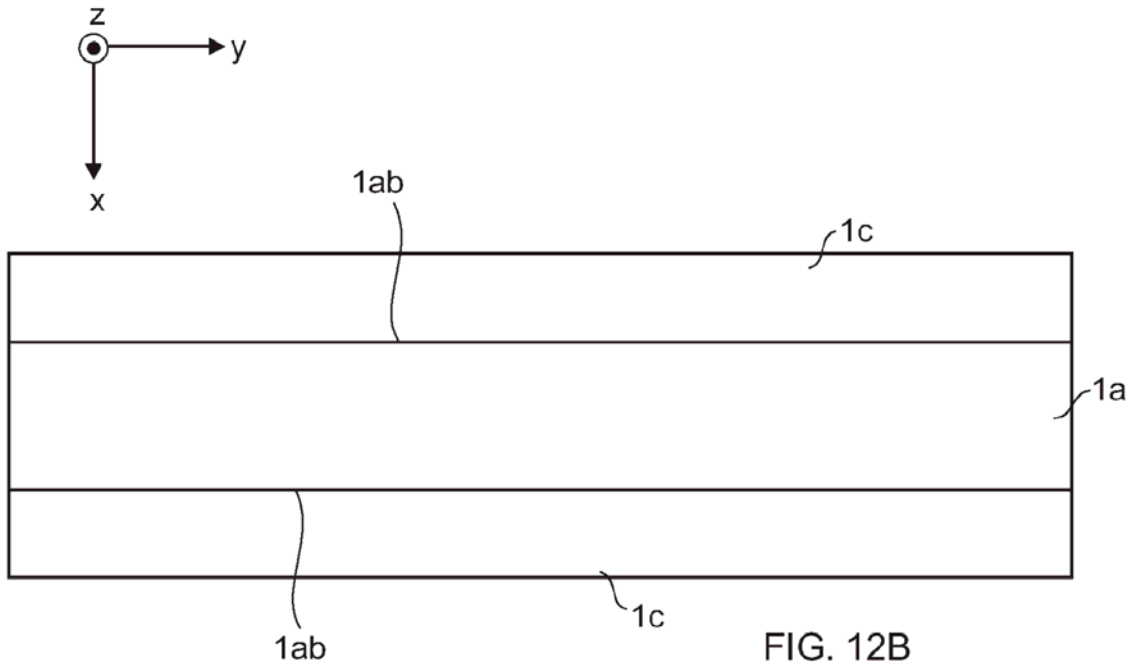


FIG. 12A



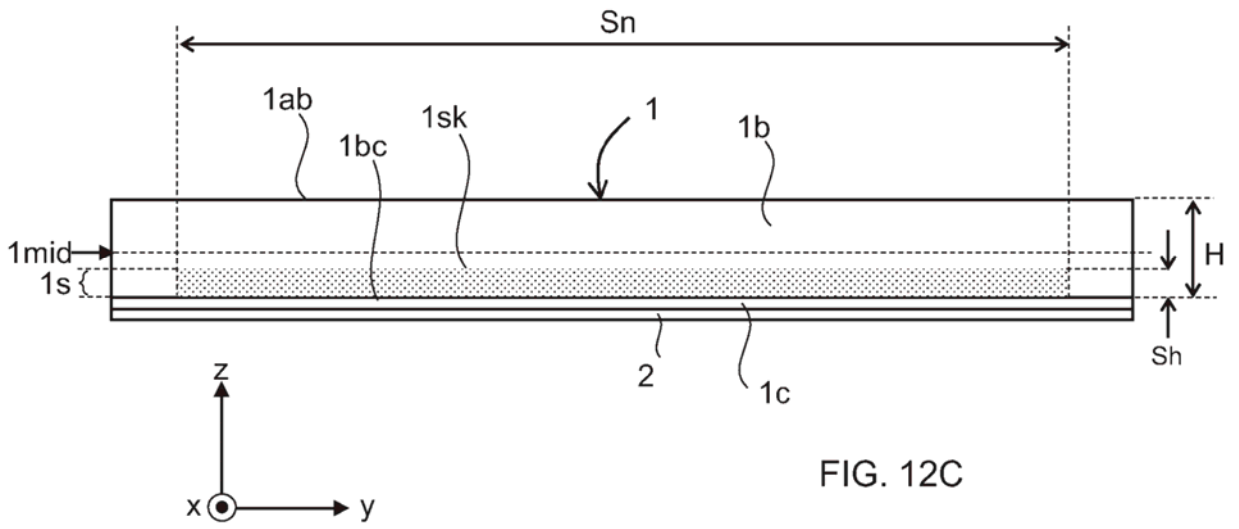
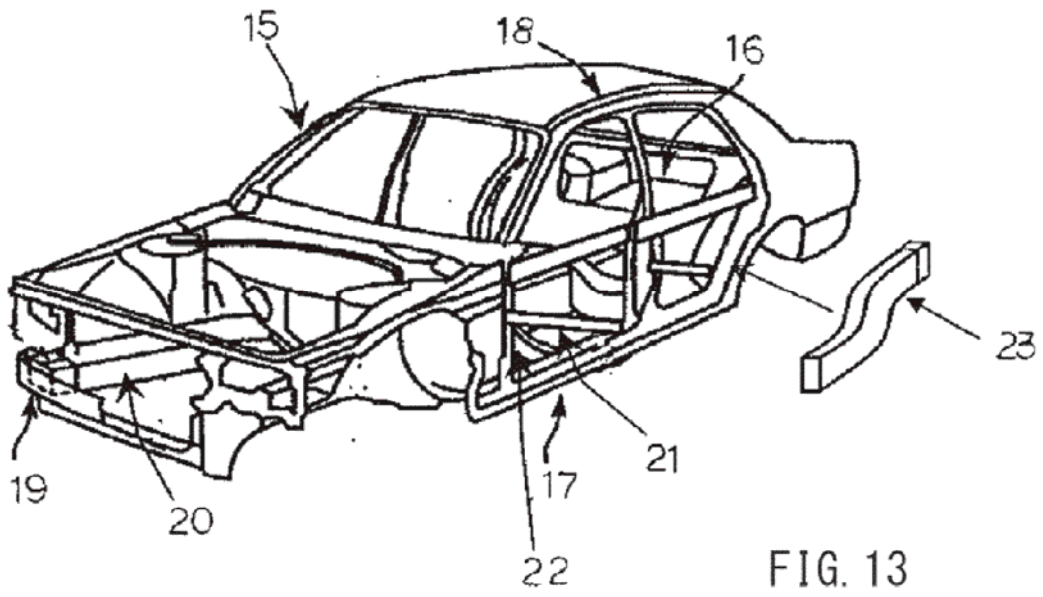


FIG. 12C



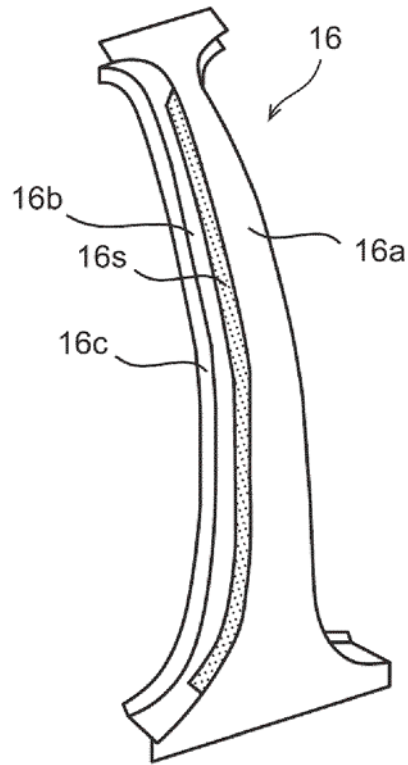


FIG. 14

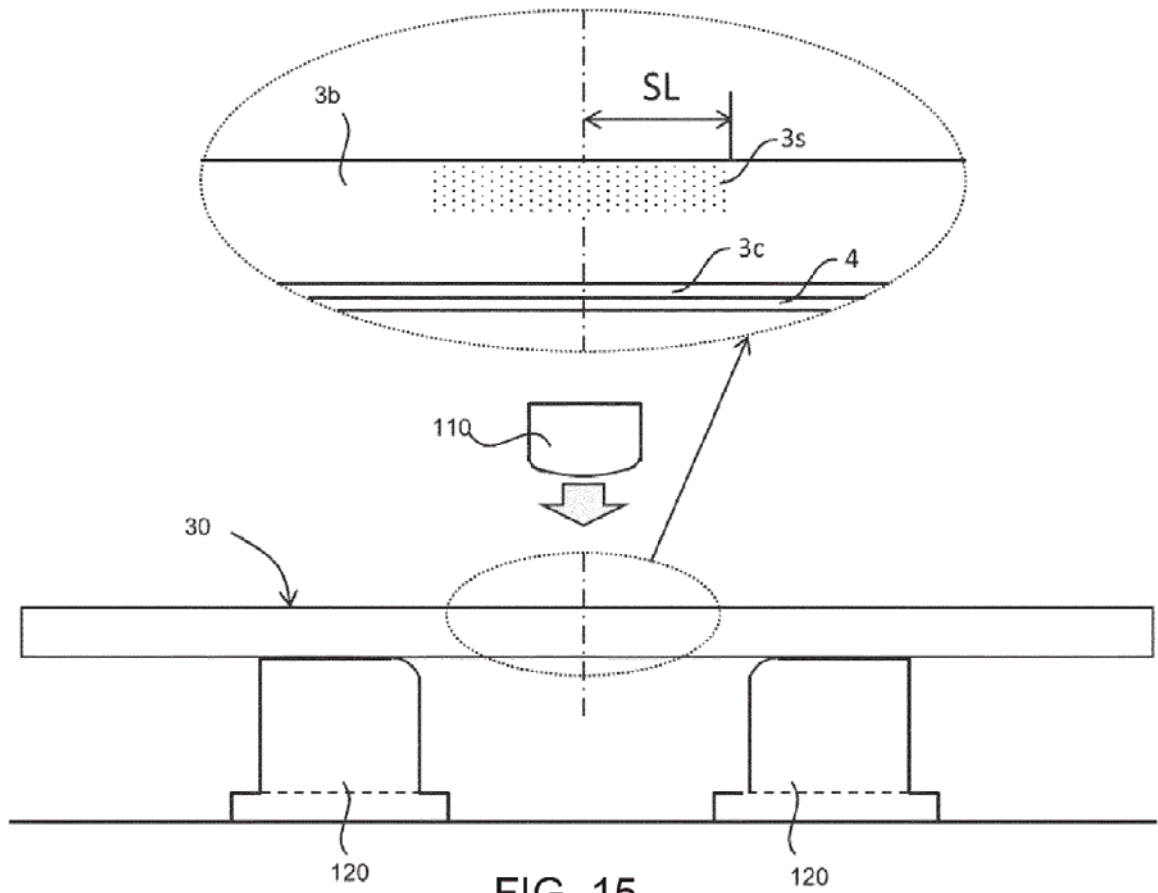


FIG. 15

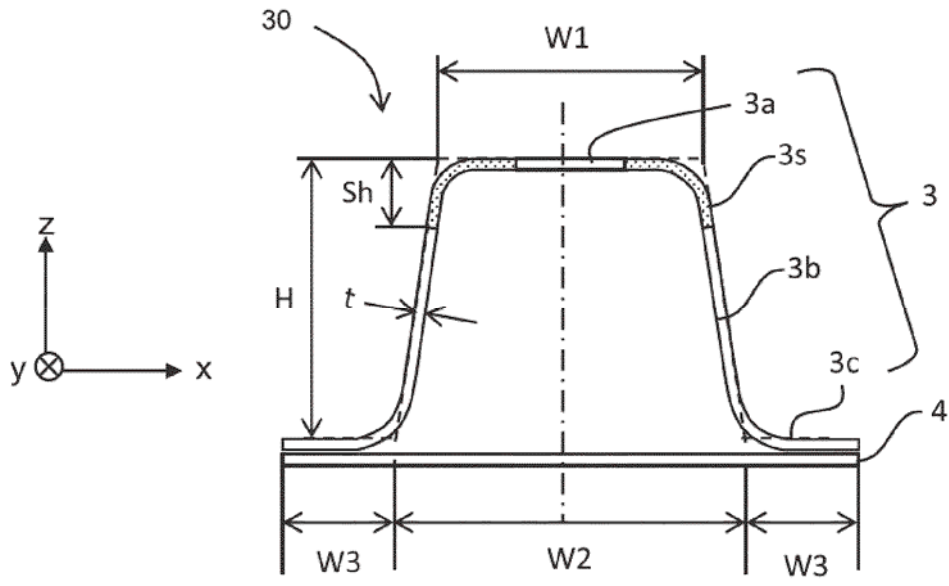


FIG. 16

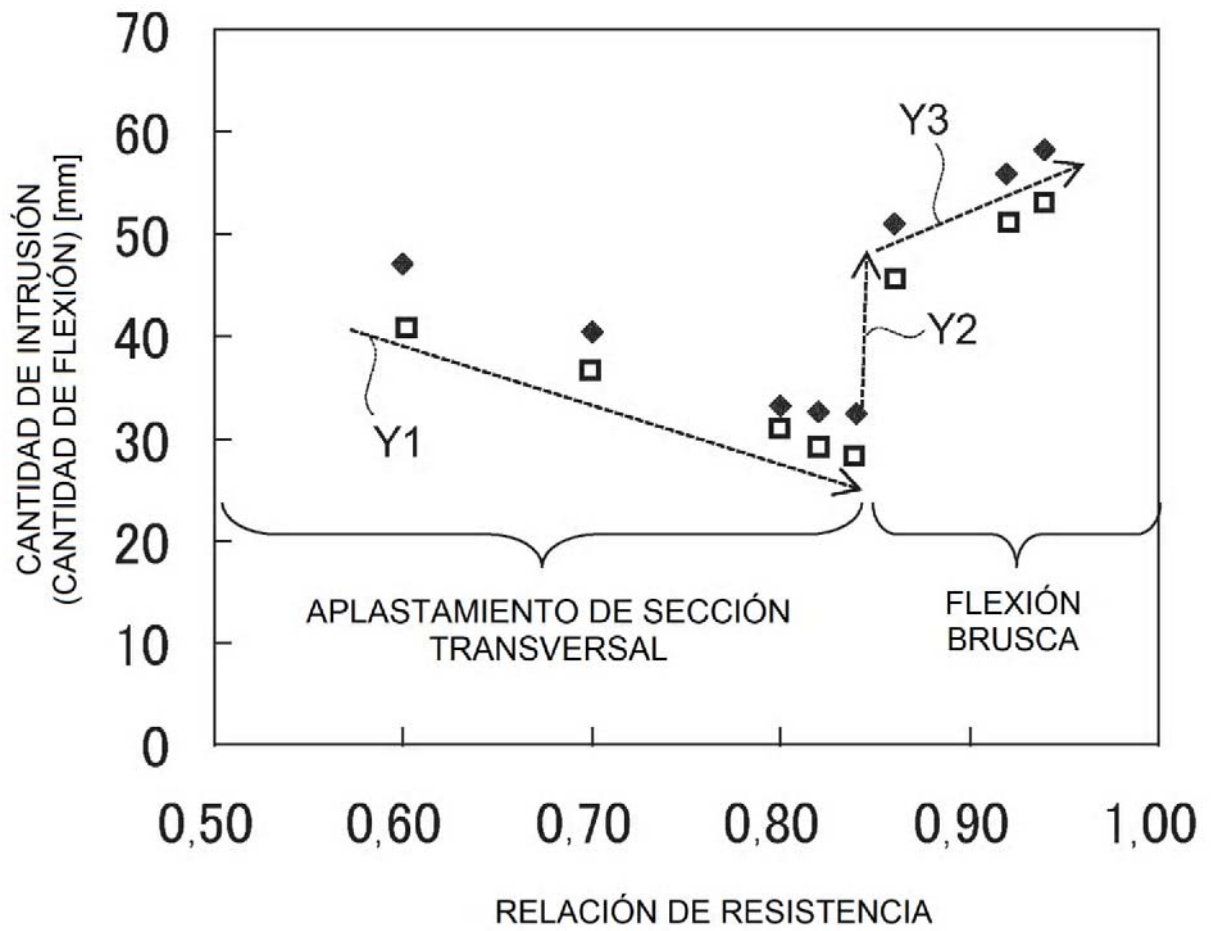


FIG. 17

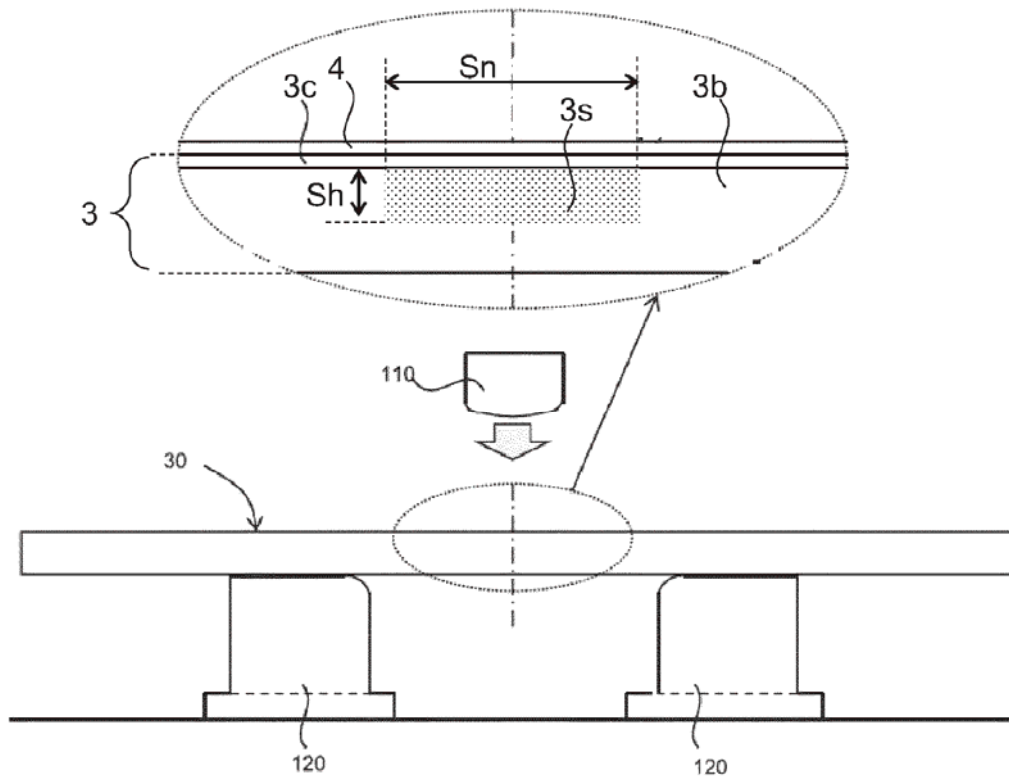


FIG. 18

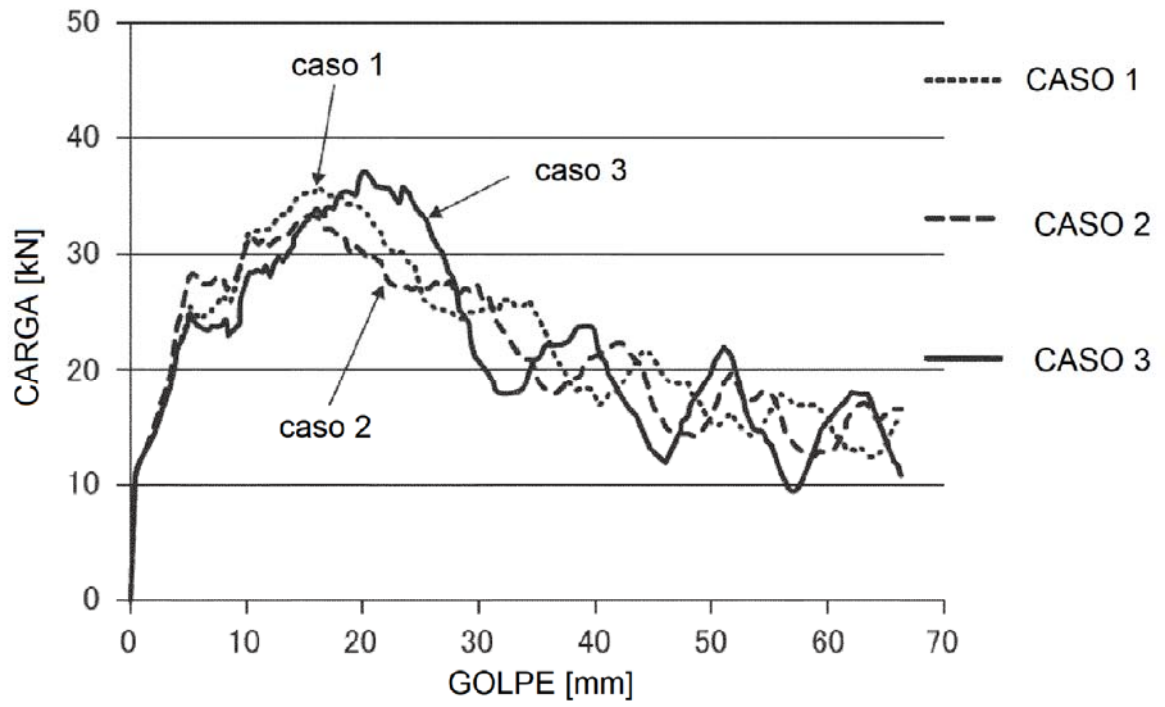


FIG. 19

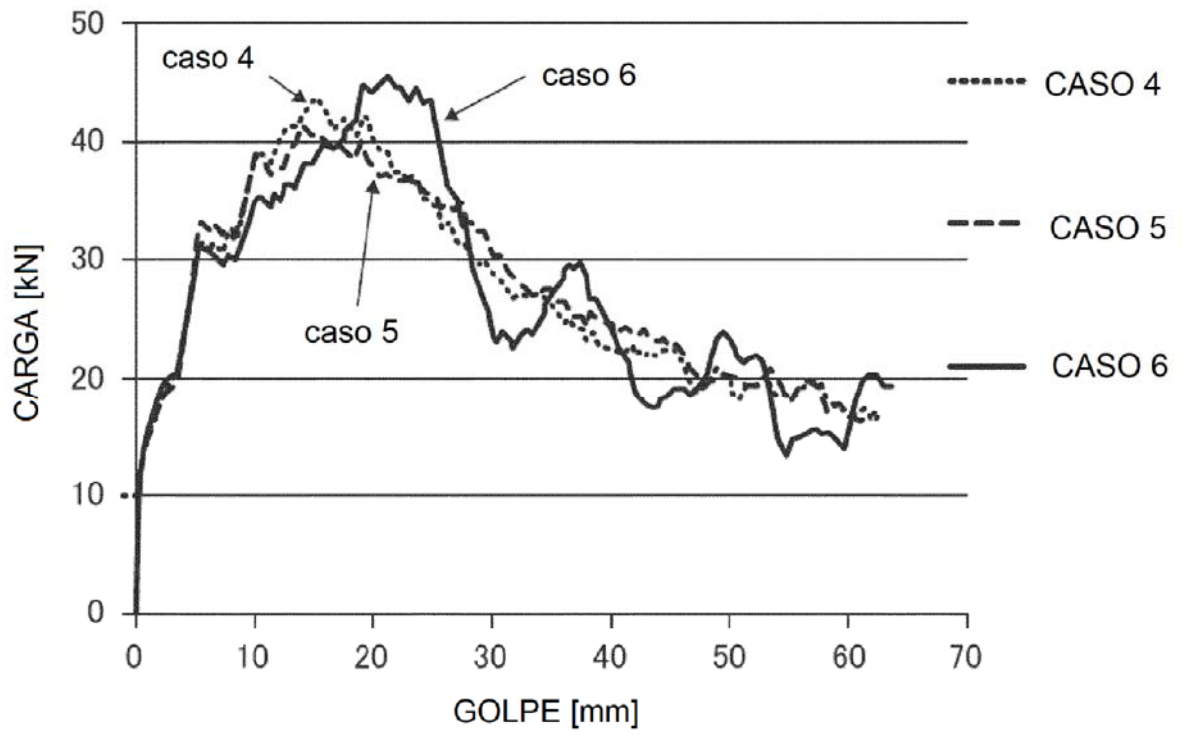


FIG. 20

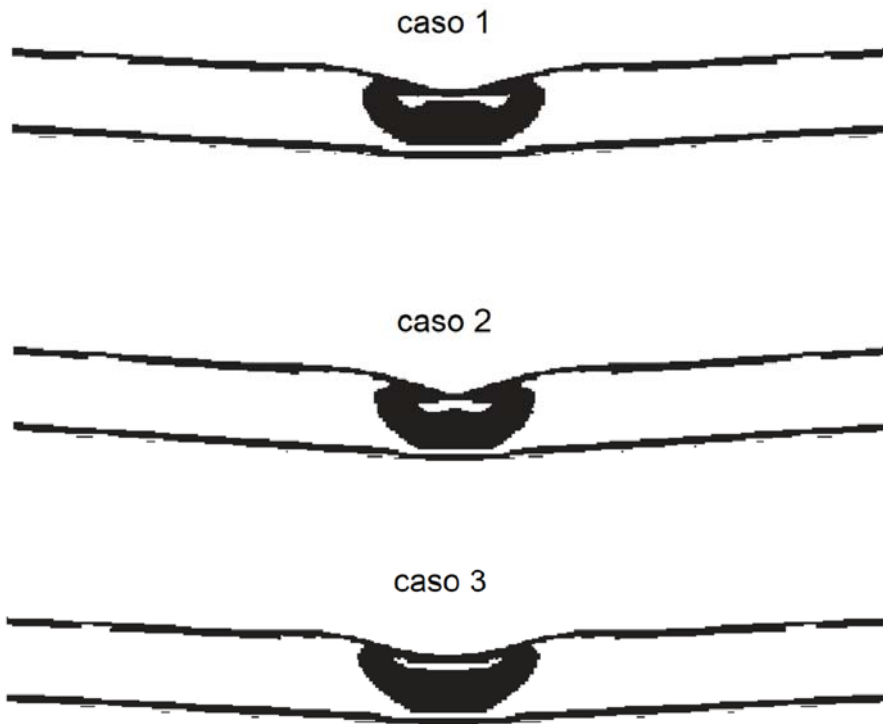


FIG. 21

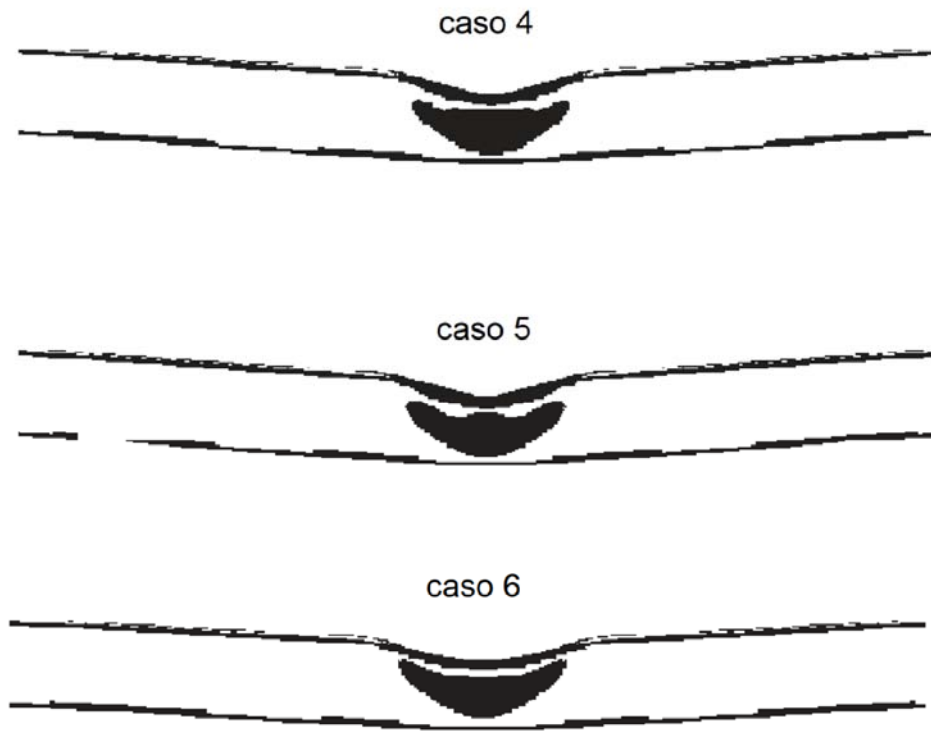


FIG. 22

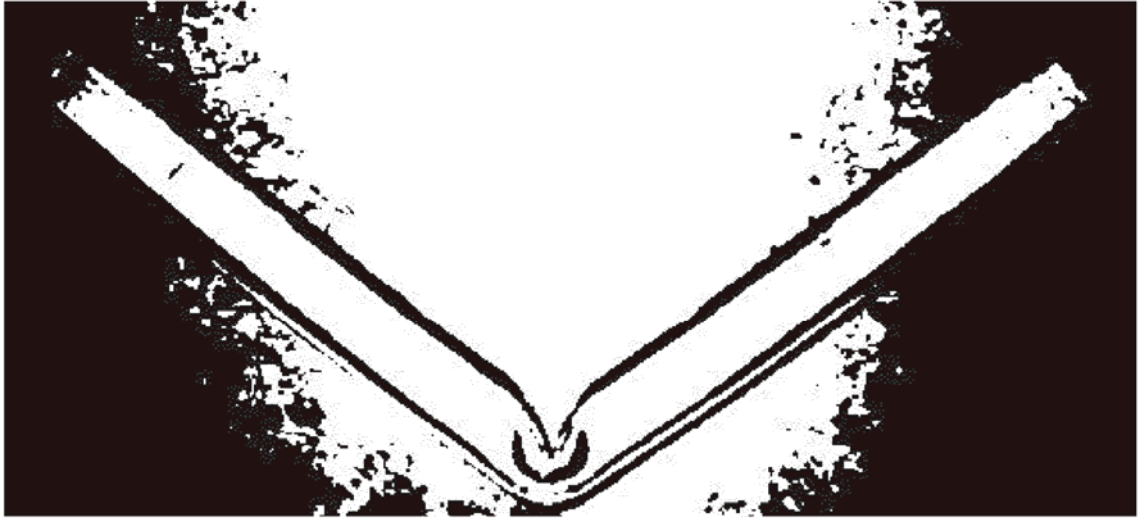


FIG. 23



FIG. 24

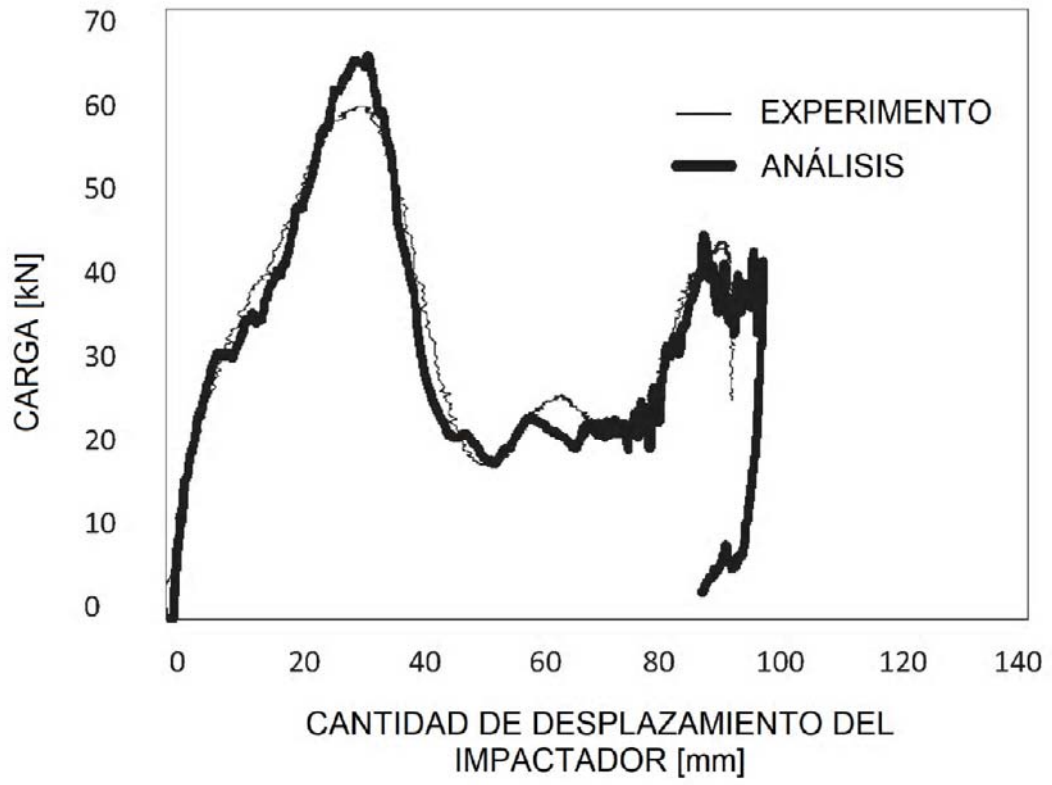


FIG. 25