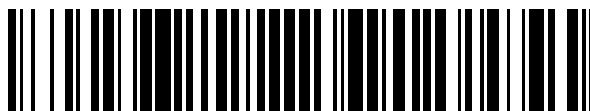


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 581**

51 Int. Cl.:

C21D 7/13	(2006.01)
B21B 1/088	(2006.01)
B21B 1/09	(2006.01)
B21B 1/092	(2006.01)
B21B 1/095	(2006.01)
B21B 1/098	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.05.2012 PCT/US2012/038035**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2013 WO13043238**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2012 E 12727187 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 2689044**

54 Título: **Miembros estructurales de acero laminado en caliente de alta resistencia y método de fabricación**

30 Prioridad:

23.09.2011 US 201113243352

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

13.04.2020

73 Titular/es:

**CONSOLIDATED METAL PRODUCTS, INC.
(100.0%)
1028 Depot Street
Cincinnati, OH 45204, US**

72 Inventor/es:

GALLAGHER, HUGH, M.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 753 581 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

Miembros estructurales de acero laminado en caliente de alta resistencia y método de fabricación

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a miembros estructurales de acero laminado en caliente de alta resistencia y a un método para fabricarlos. Más en particular, los miembros estructurales de acero laminado en caliente de alta resistencia que tienen una configuración deseada en sección transversal geométrica son adecuados para su uso como rieles de bastidor de camión que tienen las ventajas de un ahorro de peso significativo con un compromiso de resistencia menor o nulo.

Antecedentes de la invención

Los miembros estructurales de alta resistencia se han formado utilizando técnicas de laminación en caliente que son bien conocidas en la técnica. En la patente de Estados Unidos 5.704.998, se forma una gran variedad de miembros estructurales de acero de alta resistencia a partir de fracciones vírgenes de acero de alta resistencia. Esta patente divulga la formación de miembros de acero de alta resistencia que tienen una configuración en sección transversal uniforme sobre al menos una porción y, a menudo, sustancialmente sobre toda su longitud completa. Se formaron mediante forjado o laminado en caliente miembros estructurales que tenían una variedad de formas tales como O, L, C, Z, T, I, W o V. Los miembros estructurales divulgados tienen al menos una brida incluida en sus configuraciones en sección transversal que tiene un grosor menor que una dimensión exterior global de la configuración en sección transversal y que proporciona una mayor capacidad de soporte de carga a los miembros estructurales. De acuerdo con el método descrito, las propiedades mecánicas de resistencia a la tracción y límite elástico del producto terminado son sustancialmente iguales que o mayores que las del material utilizado para formar el miembro y el miembro se produce sin etapas de procesamiento de refuerzo adicionales. En el ejemplo de esta patente, se laminó en caliente un material de acero AISI 1552 de alta resistencia en un miembro estructural de viga en I. El miembro estructural de viga en I tenía una configuración en sección transversal que tenía una porción de banda y bridas opuestas que se extendían desde los extremos de la porción de banda. Las bridas opuestas tenían un grosor ahusado promedio que era esencialmente el mismo que el grosor de la porción de banda.

También se han propuesto miembros estructurales que tienen grosores de banda reducidos y bridas más gruesas. Sin embargo, existe la necesidad de miembros estructurales mejorados que ofrezcan reducciones de peso, ahorro de costes y otras ventajas sin una reducción significativa en la resistencia.

35

El documento EPA 0498733 se refiere a un método para laminar formas de acero de brida paralela.

Sumario de la invención

La invención se define por las reivindicaciones.

Esta invención está dirigida a un miembro estructural de acero laminado en caliente de alta resistencia que tiene una configuración en sección transversal uniforme sobre al menos una porción de su longitud que incluye una porción de banda con partes de brida superior e inferior que se extienden desde los extremos opuestos de la porción de banda. La porción de banda de un miembro estructural tiene un grosor promedio de hasta aproximadamente el 85 % del grosor promedio de los grosores combinados de las porciones de brida. En una forma preferida, la porción de banda tiene un grosor promedio que es de aproximadamente 35 % a aproximadamente 85 % del grosor promedio de los grosores combinados de las bridas. Las secciones transversales óptimas de los miembros alargados de acero de alta resistencia brindan ahorro de peso y reducción de costes con un compromiso menor o nulo en la resistencia.

50

Los miembros estructurales que tienen una forma de C se hacen laminando en caliente una porción de banda relativamente delgada del orden de aproximadamente 35 % a aproximadamente 85 % del grosor promedio de los grosores combinados de las porciones de brida de extremo para proporcionar ahorros de peso significativos. Una característica importante de esta invención es el empleo de acero estructural de alta resistencia que tiene una resistencia a la tracción de al menos aproximadamente 120.000 psi (827,36 MPa) y un límite elástico de al menos aproximadamente 90.000 psi (620,52 MPa). El miembro estructural que tiene la forma de C está hecho donde las propiedades mecánicas de la resistencia a la tracción y el límite elástico del miembro son sustancialmente iguales o mayores que el material de acero empleado. El miembro estructural formado se enfría o se temple, preferiblemente a una velocidad controlada, sin cambiar su configuración por distorsión o similar. El método de fabricación de miembros de acero estructural de alta resistencia mediante laminado en caliente se logra sin etapas de procesamiento de refuerzo adicionales.

60

El método y el miembro estructural resultante de esta invención permiten una mayor flexibilidad de diseño y diferentes combinaciones de montaje en la fabricación y uso de miembros estructurales. En particular, el miembro estructural alargado puede ser laminado en caliente para proporcionar una porción de brida inferior que tenga un grosor promedio mayor o menor que el grosor promedio de la porción de brida superior. Adicionalmente, la longitud

65

de la sección transversal de la porción de brida inferior puede ser mayor o menor que la longitud de la sección transversal de la porción de brida superior. Por tanto, se pueden lograr diseños asimétricos con reducciones significativas en peso y costes.

5 Los beneficios de los miembros estructurales de acero laminado en caliente de alta resistencia y del método incluyen la producción de rieles de bastidor de camión a un coste menor. También se pueden lograr pesos de riel de bastidor más bajos sin sacrificar la resistencia. Asimismo, se pueden conseguir varios diseños que incluyen diseños asimétricos de acuerdo con el método de esta invención. De acuerdo con ciertas características de esta invención, las configuraciones de diseño pueden optimizarse para reducir el peso, mejorar de la resistencia o una combinación
10 de reducción de peso y mejora de resistencia. Con el mayor diseño y flexibilidad de montaje de los rieles de acero laminado en caliente de alta resistencia, se pueden lograr configuraciones espaciales mejoradas y combinaciones de diseños de riel de bastidor. Los principios de esta invención, sus objetivos y sus ventajas se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción detallada.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una ilustración en sección transversal de un diseño de riel de bastidor comparativo conocido.

La figura 2 es una sección transversal de una estructura de acero laminado en caliente de alta resistencia de esta invención.

20 La figura 3 es una sección transversal alternativa de una estructura de acero laminado en caliente de alta resistencia.

La figura 4 es una sección transversal alternativa de una estructura de acero laminado en caliente de alta resistencia.

25 La figura 5 es una sección transversal alternativa de una estructura de acero laminado en caliente de alta resistencia.

La figura 6 es una sección transversal alternativa de una estructura de acero laminado en caliente de alta resistencia.

La figura 7 es una sección transversal alternativa de una estructura de acero laminado en caliente de alta resistencia.

30 La figura 8 es una sección transversal alternativa de una estructura de acero laminado en caliente de alta resistencia.

Las figuras 9A-9E son secciones transversales de otras estructuras de acero laminado en caliente de alta resistencia alternativas.

35 **Descripción detallada de la invención**

La presente invención está dirigida a la producción de un miembro estructural que es alargado con una configuración transversal uniforme de al menos una porción y, normalmente, una porción sustancial de su longitud. El miembro estructural incluye una porción de banda con porciones de brida opuestas superior e inferior que se extienden desde
40 los extremos opuestos de la porción de banda, teniendo con la porción de banda un grosor promedio de no más de aproximadamente 85 % (o del orden de aproximadamente 35 %-85 %) del promedio de los grosores combinados de las porciones de brida superior e inferior. El material de acero de alta resistencia tiene una resistencia a la tracción de al menos aproximadamente 120.000 psi (827,36 MPa) y un límite elástico de al menos aproximadamente 90.000 psi (620,52 MPa), donde el acero de alta resistencia comprende, en porcentaje en peso:

45 carbono, 0,30 % a 0,65 %
manganeso, 0,30 % a 2,5 %, al menos uno del grupo que consiste en aluminio, niobio, titanio y vanadio y mezclas de estos, 0,03 % a 0,35 %, y
50 hierro, el resto.

En una forma más preferida, el material de acero de alta resistencia tiene la siguiente composición, en porcentaje en peso:

55 carbono 0,40 % a 0,55 %
manganeso 0,30 % a 2,5 %
al menos 1 del grupo que consiste en aluminio, niobio, titanio y vanadio y mezclas de estos, en una cantidad de hasta 0,20%, y
60 hierro, el resto.

El vanadio es el más preferido. Asimismo, debe entenderse que las composiciones enumeradas y reivindicadas en el presente documento pueden incluir otros elementos que no influyen en la práctica de esta invención.

65 En una realización preferida, el método de la presente invención para hacer un miembro estructural de acero de alta resistencia incluye proporcionar material de acero de alta resistencia que tenga una resistencia a la tracción de al menos aproximadamente 120.000 psi (827,36 MPa) y, preferiblemente, al menos aproximadamente 150.000 psi

(1034,21 MPa) y un límite elástico de al menos aproximadamente 90.000 psi (620,52 MPa) y, preferiblemente, al menos aproximadamente 130.000 psi (896,32 MPa). En una forma, el material de acero de alta resistencia utilizado se ha reducido en caliente para proporcionar una palanquilla o fracción virgen que tiene las propiedades mecánicas de resistencia a la tracción y límite elástico indicadas anteriormente. En otra aplicación, el material se puede estirar en frío para lograr mejores propiedades físicas y dimensionales. El material de alta resistencia utilizado para la formación del miembro estructural en una forma puede procesarse en una forma fundida, ablandada o endurecida y en otra forma puede ser una palanquilla o fracción virgen que se lamina en caliente de acuerdo con esta invención.

Esta invención se basa en parte en el hallazgo de que el material estructural de acero especificado puede procesarse en una forma fundida, ablandada o endurecida y en otra forma, tal vez una palanquilla o fracción virgen que se lamina en caliente de acuerdo con esta invención. Un material de acero de alta resistencia que tiene una resistencia a la tracción de al menos aproximadamente 120.000 psi (827,36 MPa) y un límite elástico de al menos aproximadamente 90.000 psi (620,52 MPa), que se utiliza como material de partida o pieza en el método de la presente invención, se produce mediante cualquier método adecuado conocido en la técnica. Dicho material de acero, que tiene una composición de propiedades mecánicas de resistencia a la tracción y límite elástico como se indicó anteriormente, después se lamina en caliente, se forja o se forma de otra manera a una temperatura superior a la temperatura de recristalización, normalmente alrededor de 2.000°F (1093,33 °C) para proporcionar un miembro estructural que tenga la configuración geométrica deseada. La temperatura a la que se lamina el miembro estructural está relacionada con la composición química del material de acero utilizado. Con la composición química descrita anteriormente, un miembro estructural laminado en caliente puede tener un gran contenido de martensita, dependiendo de la velocidad de enfriamiento. El miembro estructural laminado, con las propiedades mecánicas de resistencia a la tracción y límite elástico dadas, puede producirse sin etapas de procesamiento de refuerzo adicionales al laminado en caliente o al forjado de este. Una vez que el acero con la composición adecuada se ha laminado a la temperatura adecuada, se puede dejar enfriar el acero laminado en caliente, preferiblemente a una velocidad acelerada y controlada, hasta la temperatura ambiente desde la temperatura de laminado. Como alternativa, el acero laminado puede enfriarse en aceite o agua y luego templarse si tiene un contenido significativo de martensita con el fin de reducir la fragilidad del miembro estructural resultante.

El miembro estructural alargado, que tiene una configuración transversal uniforme en al menos una porción de su longitud, incluye la porción de banda con una primera porción superior y una segunda porción de brida inferior que se extiende desde los extremos opuestos de la porción de banda. Las porciones de brida superior e inferior proporcionan una mayor capacidad de carga al miembro estructural. A pesar del grosor promedio de la banda de aproximadamente 35 % a aproximadamente 85 % o hasta 85 % del grosor promedio de los grosores combinados de las porciones de brida superior e inferior, se ha visto que dicha estructura ofrece un compromiso menor o nulo en la resistencia en comparación con una estructura en la que los grosores de la banda y las bridas son esencialmente los mismos.

Los siguientes ejemplos ilustran la práctica de la presente invención para producir un miembro estructural de alta resistencia laminado en caliente a partir de un material de acero de alta resistencia de acuerdo con esta invención.

EJEMPLO COMPARATIVO 1

Este ejemplo ilustra un diseño comparativo conocido de un riel **10** de bastidor para un camión. La sección transversal del riel **10** de bastidor de referencia se muestra en la **Figura 1**. La porción **11** de banda central y las bridas **13, 14** extensibles tienen el mismo grosor de aproximadamente 6,8 mm (0,268"). La longitud a lo largo de la sección transversal vertical del eje Y del riel es de aproximadamente 270 mm (10,630") con la longitud de las bridas **13, 14** de extremo aproximándose a 70 mm (2,756") a lo largo del eje horizontal X. Los radios de las esquinas son **15** externo de 16,80 mm (0,661") y **16** interno de 10 mm (0,394") en el caso de la estructura mostrada. En consecuencia, para fines comparativos, para una longitud de riel de aproximadamente 8.020 mm (316") y un peso de aproximadamente 167 kg (371 lb) con los mismos grosores de 6,8 mm (0,268") para las bandas y bridas, se realizan los siguientes cálculos del momento de inercia:

$$\text{Área} = 2,62e+003 \text{ milímetros}^2$$

Centroide relativo al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros)

$$\begin{aligned} X &= -15 \\ Y &= 135 \\ Z &= 0 \end{aligned}$$

Momentos de inercia del área, en el centroide: (milímetros ^4)

$$\begin{aligned} L_{xx} &= 2,46e+007 \quad L_{xy} = 2,29e-008 \quad L_{xz} = 0 \\ L_{yx} &= 2,29e-008 \quad L_{yy} = 9,96e+005 \quad L_{yz} = 0 \\ L_{zx} &= 0 \quad L_{zy} = 0 \quad L_{zz} = 2,56e+007 \end{aligned}$$

X es horizontal. Y es vertical.

EJEMPLO 2

Una estructura **20** de riel de alta resistencia laminada en caliente de esta invención se muestra en la **Figura 2**, donde el grosor **21** de banda se reduce en un 50 % de 6,8 mm de la **Figura 1** hasta 3,40 mm (0,134") y los grosores **23, 24** de brida permanecen constantes a 6,8 mm (0,268"). Este miembro estructural de alta resistencia se formó laminando en caliente el acero de alta resistencia que tiene una resistencia a la tracción de al menos aproximadamente 120.000 psi (827,36 MPa) y un límite elástico de al menos aproximadamente 90.000 psi (620,52 MPa) y que tiene la siguiente composición:

carbono, aproximadamente 0,30 % a aproximadamente 0,65 %
 manganeso, aproximadamente 0,30 % a aproximadamente 2,5 %, al menos uno del grupo que consiste en aluminio, niobio, titanio y vanadio y mezclas de estos, aproximadamente 0,03 % a aproximadamente 0,35 %, y hierro, el resto.

La configuración transversal uniforme del riel **20** sobre su longitud tiene porciones **23, 24** de brida primera y segunda con una porción de banda **21** más delgada que conecta las porciones de brida. De acuerdo con este ejemplo, se realizan los siguientes cálculos.

$$\text{Área} = 1,75e+003 \text{ milímetros}^2 = 1,75 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

Centroide relativo al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros)

X = -19,8
 Y = 135
 Z = 0

Momentos de inercia del área, en el centroide: (milímetros ^4)

Lxx = 1,99e+007 Lxy = 0 Lxz = 0
 Lyx = 0 Lyy = 9,71e+005 Lyz = 0
 Lzx = 0 Lzy = 0 Lzz = 2,07e+007

X es horizontal. Y es vertical.

Todo el grosor de banda **21** se reduce a 3,4 mm (0,134") para un ahorro de peso del 33 % (55 kg, 122 lb) con un compromiso de resistencia de solo el 19 %. La resistencia se define como el módulo de sección de la sección transversal sobre el eje horizontal a través del centroide en su parte inferior más alejada del eje horizontal a través del centroide. Por tanto, se logra un ahorro de peso significativo con un compromiso de resistencia menor en comparación del ejemplo 2 con la estructura del ejemplo comparativo de referencia 1 como se muestra mediante el cálculo del módulo de sección comparativo (ΔSM):

$$\Delta SM = \frac{2,46 - 1,99}{2,46} \times 100 \% = 19 \%$$

EJEMPLO 3

En este ejemplo, se muestra otro miembro **30** estructural de esta invención en la **figura 3** con las mismas propiedades de acero laminado en caliente y composición del ejemplo 2. El grosor de banda del ejemplo comparativo 1 se reduce en un 50 % y los grosores de brida superior e inferior aumentan, como se muestra en la **figura 3**. En la **figura 3**, todo el grosor **31** de banda se reduce a 3,4 mm (0,134") y los primeros grosores tanto de brida superior **33** como inferior **34** se incrementan a 9 mm (0,354"). En comparación con la estructura del ejemplo 1, el ahorro de peso es del 22 % (37 kg, 82 lb) y no hay compromiso de resistencia. Se pueden hacer patrones de orificio en el riel para fines de riel de bastidor de vehículos según sea necesario. Por lo tanto, las ventajas de esta estructura como se muestra en la **figura 3** incluyen importantes ahorros de peso sin comprometer la resistencia. La resistencia se define como el módulo de sección de la sección transversal sobre el eje horizontal a través del centroide en su parte inferior más alejada del eje horizontal a través del centroide, con referencia a los siguientes cálculos:

$$\text{Área} = 2,04e+003 \text{ milímetros}^2$$

Centroide relativo al origen del sistema de coordenadas de salida (milímetros)

X = -22,2
 Y = 135
 Z = 0

Momentos de inercia del área, en el centroide: (milímetros ^4)

Lxx = 2,46e+007 Lxy = 5,25e-008 Lxz = 0

$$L_{yx} = 5,25e-008 \quad L_{yy} = 1,05e+006 \quad L_{yz} = 0 \\ L_{zx} = 0 \quad L_{zy} = 0 \quad L_{zz} = 2,56e+007$$

X es horizontal. Y es vertical.

5

El cálculo del módulo de sección comparativa (ΔSM) no muestra compromiso de resistencia:

$$\Delta SM = \frac{2,46 - 2,46}{2,46} \times 100 \% = 0 \%$$

EJEMPLO 4

10

En este ejemplo, otro miembro **40** estructural de esta invención se muestra en la **figura 4** con las mismas propiedades de acero laminado en caliente y composición del ejemplo 2. El grosor de banda del ejemplo comparativo 1 se reduce en un 50 % y el grosor de brida **44** inferior aumenta con referencia a la **figura 4**. En la **figura 4**, todo el grosor de banda **41** se reduce a 3,4 mm (0,134") y solo el grosor de brida **44** inferior se incrementa a 9,5 mm (0,374"). El ahorro de peso es del 26 % (43 kg, 96 lb) y esencialmente no hay compromiso de resistencia con referencia a los siguientes cálculos:

15

$$\text{Área} = 1,93e+003 \text{ milímetros}^2$$

20

Centroide relativo al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros)

$$X = -21,4$$

$$Y = 123$$

$$Z = 0$$

25

Momentos de inercia del área, en el centroide: (milímetros)

$$L_{xx} = 2,25e+007 \quad L_{xy} = -3,5e+005 \quad L_{xz} = 0$$

$$L_{yx} = -3,5e+005 \quad L_{yy} = 9,84e+005 \quad L_{yz} = 0$$

$$L_{zx} = 0 \quad L_{zy} = 0 \quad L_{zz} = 2,35e+007$$

30

X es horizontal. Y es vertical.

De nuevo, la resistencia se define como el módulo de sección de la sección transversal sobre el eje horizontal a través del centroide en su parte inferior más alejada del eje horizontal a través del centroide. (Nota: Esta definición de resistencia es solo una representación aproximada de su resistencia. Es lo suficientemente precisa como para estimar la resistencia a la tracción máxima en esta aplicación.) Por lo tanto, existe un importante ahorro de peso en la estructura de este ejemplo con un ligero beneficio de resistencia como se muestra en el cálculo del módulo de sección comparativo (ΔSM):

35

$$\Delta SM = \frac{2,46 - (2,25 \times \frac{135}{123})}{2,46} \times 100 \% = -0,39 \%$$

EJEMPLO 5

En este ejemplo, se muestra otro miembro **50** estructural de esta invención en la **figura 5** con las mismas propiedades de acero laminado en caliente y composición del ejemplo 2. Tras la comparación con el ejemplo comparativo 1 y como se muestra en la **figura 5**, el grosor **51** de banda se reduce en un 25 % de 6,80 mm a 5,1 mm (0,201") con grosores de primera brida superior **53** y de segunda brida inferior **54** constantes de 6,80 mm (0,268"). El ahorro de peso es del 17 % (28 kg, 62 lb) con un compromiso de resistencia de aproximadamente el 10 %. De nuevo, la resistencia se define como el módulo de sección de la sección transversal sobre el eje horizontal a través del centroide en su parte inferior más alejada del eje horizontal a través del centroide, de acuerdo con los siguientes cálculos:

50

$$\text{Área} = 2,18e+003 \text{ milímetros}^2$$

Centroide relativo al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros)

$$X = -16,7$$

55

$$Y = 135$$

$$Z = 0$$

Momentos de inercia del área, en el centroide: (milímetros ^4)

$$L_{xx} = 2,22e+007 \quad L_{xy} = 4,66e-008 \quad L_{xz} = 0$$

60

$$L_{yx} = 0 \quad L_{zy} = 0 \quad L_{zz} = 2,32e+007$$

X es horizontal. Y es vertical.

El compromiso de resistencia del 10 % se muestra mediante el cálculo del módulo de sección comparativo (ΔSM):

$$\Delta SM = \frac{2,46 - 2,22}{2,46} \times 100 \% = 10 \%$$

5 **EJEMPLO 6**

En este ejemplo, se muestra otro miembro **60** estructural de esta invención en la **figura 6** con las mismas propiedades de acero laminado en caliente y composición del ejemplo 2. El grosor de banda del ejemplo comparativo 1 se reduce en un 25 % y los grosores **63**, **64** de brida superior e inferior aumentan. Todo el grosor de banda **61** se reduce de 6,8 mm a 5,1 mm (0,201"). Los grosores **63**, **64** de brida se incrementan a 7,9 mm (0,311"), por lo que se logra un ahorro de peso del 11 % (18 kg, 40 lb) sin un compromiso de resistencia. Las ventajas de esta estructura ofrecen un importante ahorro de peso sin comprometer la resistencia. De nuevo, la resistencia se define como el módulo de sección de la sección transversal sobre el eje horizontal a través del centroide en su parte inferior más alejada del eje horizontal a través del centroide, de acuerdo con los siguientes cálculos:

15
$$\text{Área} = 2,32e+003 \text{ milímetros}^2$$

Centroide relativo al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros)

20 X=-18
Y=135
Z=0

Momentos de inercia del área, en el centroide: (milímetros ^4)

25 Lxx = 2,46e+007 Lxy = 1,95e-008 Lxz = 0
Lyx = 1,95e-008 Lyy = 1,06e+006 Lyz = 0
Lzx = 0 Lzy = 0 Lzz = 2,56e+007

X es horizontal. Y es vertical.

30 El cálculo del módulo de sección comparativa (ΔSM) no muestra compromiso de resistencia:

$$\Delta SM = \frac{2,46 - 2,46}{2,46} \times 100 \% = 0 \%$$

EJEMPLO 7

35 En este ejemplo, otro miembro **70** estructural de esta invención se muestra en la figura 7 con las mismas propiedades de acero laminado en caliente y composición del ejemplo 2. El grosor de banda del ejemplo comparativo 1 se reduce en un 25 % y el grosor de la brida inferior aumenta. Todo el grosor **71** de banda se reduce a 5,1 mm (0,201") y solo el grosor **74** de brida inferior se incrementa a 8,2 mm (0,323"), ofreciendo así un ahorro de peso del 13 % (22 kg, 49 lb) esencialmente sin un compromiso de resistencia. De nuevo, la resistencia se define como el módulo de sección de la sección transversal sobre el eje horizontal a través del centroide en su parte inferior más alejada del eje horizontal a través del centroide, de acuerdo con los siguientes cálculos. (Nota: Esta definición de resistencia es solo una representación aproximada de su resistencia. Es lo suficientemente precisa como para estimar la resistencia a la tracción máxima en esta aplicación.):

45
$$\text{Área} = 2,27e+003 \text{ milímetros}^2$$

Centroide relativo al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros)

50 X = -17,6
Y=130
Z=0

Momentos de inercia del área, en el centroide: (milímetros ^4)

55 Lxx = 2,37e+007 Lxy = -2,32e+005 Lxz = 0
Lyx = 2,32e+005 Lyy = 1,02e+006 Lyz = 0
Lzx = 0 Lzy = 0 Lzz = 2,47e+007

X es horizontal. Y es vertical.

60 El cálculo del módulo de sección comparativa (ΔSM) no muestra compromiso de resistencia.

ES 2 753 581 T3

$$\Delta SM = \frac{2,46 - (2,37 \times \frac{135}{130})}{2,46} \times 100 \% = 0 \%$$

La siguiente es una tabla resumen de los ejemplos 1-7.

Tabla resumen de los ejemplos 1-7										
	Grosor de banda		Grosor de brida superior		Grosor de brida inferior		Ahorro de peso de referencia: 167 kg (371 lb)		Compromiso de resistencia %	
	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	%	kg	lb	%
Ejemplo comparativo 1	6,8	0,26	6,8	0,26	6,8	0,268	N/D	N/D	N/D	N/D
Opción 1: Grosor de banda reducido un 50 %.										
Ejemplo 2	3,4	0,134	6,8	0,268	6,8	0,268	33 %	55	122	19 %
Ejemplo 3	3,4	0,134	9,0	0,354	9,0	0,354	22 %	37	82	0 %
Ejemplo 4	3,4	0,134	6,8	0,268	9,5	0,374	26 %	43	96	0 %
Opción 2: Grosor de banda reducido un 25 %.										
Ejemplo 5	5,1	0,201	6,8	0,268	6,8	0,268	17 %	28	62	10 %
Ejemplo 6	5,1	0,201	7,9	0,311	7,9	0,311	11 %	18	40	0 %
Ejemplo 7	5,1	0,201	6,8	0,268	8,2	0,268	13 %	22	49	0 %

EJEMPLO 8

Con referencia a los ejemplos 2-7 y los radios de las esquinas de las bridas superior e inferior, los radios interiores y exteriores más grandes o más pequeños pueden laminarse para cumplir con diferentes requisitos de diseño y montaje. En este ejemplo, como se muestra en la **figura 8**, los radios **86, 85** interior y exterior de brida **83, 84** se reducen a 5 mm (0,197") y 11,8 mm (0,465"), respectivamente. Se logra un aumento de peso del 3 % (5 kg, 11 lb) con un aumento de resistencia del 5 %. De nuevo, la resistencia se define como el módulo de sección de la sección transversal sobre el eje horizontal a través del centroide en su parte inferior más alejada del eje horizontal a través del centroide, de acuerdo con los siguientes cálculos:

$$\text{Área} = 2,7\text{e}+003 \text{ milímetros}^2$$

Centroide relativo al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros)

$$X = -14,6$$

$$Y = 135$$

$$Z = 0$$

Momentos de inercia del área, en el centroide: (milímetros ⁴)

$$L_{xx} = 2,6\text{e}+007 \quad L_{xy} = 4,15\text{e}-008 \quad L_{xz} = 0$$

$$L_{yx} = 4,15\text{e}-008 \quad L_{yy} = 1,01\text{e}+006 \quad L_{yz} = 0$$

$$L_{zx} = 0 \quad L_{zy} = 0 \quad L_{zz} = 2,7\text{e}+007$$

X es horizontal. Y es vertical.

El aumento de resistencia se muestra mediante el cálculo comparativo del módulo de sección (ΔSM).

$$\Delta SM = \frac{2,46 - 2,6}{2,46} \times 100 \% = -5 \%$$

EJEMPLO 9

Con referencia a las **figuras 9A-9E**, la **figura 9A** solo muestra un miembro estructural de acuerdo con esta invención. El miembro estructural de la viga doble C que se muestra en la **figura 9A** tiene una configuración transversal uniforme con la primera brida y las segundas porciones **92, 93** de brida opuestas y extendiéndose desde los extremos opuestos de una banda **91** más delgada. Por tanto, la estructura de viga doble C de la **figura 9A** tiene un grosor de banda promedio que no supera aproximadamente el 85 % del grosor promedio de los grosores **92, 93** de brida combinados con el fin de lograr un ahorro de peso con pérdida de resistencia menor o nula. La **Figura 9A** también muestra que la brida 93 es más larga que la brida 92 para demostrar la característica inventiva de la flexibilidad de diseño con el fin de ayudar en diferentes combinaciones de montaje para los miembros estructurales. La estructura doble Z de la **figura 9B** ofrece las mismas ventajas de ahorro de peso y una pérdida de resistencia menor o nula con una banda **94** y bridas **95, 96** delgadas. De manera similar, en las **figuras 9C, 9D y 9E**, las estructuras de viga en T, en I y en O rectangular se muestran con porciones **94** de banda más delgadas y porciones **95 y 96** de brida más gruesas con el fin de lograr los beneficios de ahorro de peso sin una pérdida significativa de resistencia.

En resumen, esta invención proporciona miembros estructurales de alta resistencia laminados en caliente, tales como los empleados en rieles de bastidor de vehículos, y el método para su producción. El método no requiere tratamientos térmicos como los empleados en otros métodos. Se logra un importante ahorro de peso sin comprometer la resistencia de acuerdo con los principios de esta invención. Asimismo, los cambios de patrón de orificio estándar pueden emplearse con rieles para bastidores de vehículos como se encuentra normalmente en la técnica. La invención ofrece una mayor flexibilidad de diseño con diferentes radios de esquina, diferentes combinaciones de montaje y diseños asimétricos con una reducción significativa en peso y costes, así como una mejora de calidad.

REIVINDICACIONES

1. Un miembro estructural de acero de alta resistencia que comprende un miembro (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) estructural alargado de acero de alta resistencia laminado en caliente que tiene una configuración uniforme en forma de C en sección transversal a lo largo de su longitud completa, incluyendo la configuración en sección transversal una porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda con porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior que se extienden desde los extremos opuestos de dicha porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda, donde el acero de alta resistencia tiene una resistencia a la tracción de al menos 120.000 psi (827,36 MPa) y un límite elástico de al menos 90.000 psi (620,52 MPa) que comprende, en porcentaje en peso,
 5 carbono, de 0,30 a 0,65 %
 manganeso, de 0,30 a 2,5 %
 al menos uno del grupo que consiste en aluminio, niobio, titanio y vanadio y mezclas de estos, de 0,03 a 0,35 %, y hierro, el resto,
- 15 **caracterizado por que** el miembro estructural es un riel de bastidor de camión; **por que** la configuración en sección transversal en forma de C comprende la porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda con las porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior que se extienden en un ángulo de 90° desde los extremos opuestos de dicha porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda, intersecando cada una de dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior la porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda para formar una esquina que tiene radios interior y exterior y **por que** dicha porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda tiene un grosor promedio de hasta el 85 % del grosor promedio de los grosores combinados de dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior, proporcionando dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior una mayor capacidad de soporte de carga a dicho miembro (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) estructural.
2. El miembro estructural de acero laminado en caliente de alta resistencia de la reivindicación 1, donde el grosor promedio de dicha porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda es del 35 % al 85 % del grosor promedio de los grosores combinados de dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior.
3. El miembro estructural de acero laminado en caliente de alta resistencia de la reivindicación 1, donde dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior tienen, cada una, el mismo grosor promedio.
4. El miembro estructural de acero laminado en caliente de alta resistencia de la reivindicación 1, donde el grosor promedio de la porción (24, 34, 44, 54, 64, 74, 84) de brida inferior es diferente del grosor promedio de la porción (23, 33, 43, 53, 63, 73, 83) de brida superior.
5. El miembro estructural de acero laminado en caliente de alta resistencia de la reivindicación 1, donde la longitud de la sección transversal de la porción (24, 34, 44, 54, 64, 74, 84) de brida inferior es diferente de la longitud de la sección transversal de la porción (23, 33, 43, 53, 63, 73, 83) de brida superior.
6. El miembro estructural de acero laminado en caliente de alta resistencia de la reivindicación 1, donde el grosor promedio de la porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda es aproximadamente el 35 % del grosor promedio de los grosores combinados de dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior, teniendo dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior el mismo grosor promedio.
7. El miembro estructural de acero laminado en caliente de alta resistencia de la reivindicación 1, donde dicha porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda tiene un grosor promedio del 35 % del grosor promedio de los grosores combinados de dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior y el grosor promedio de la porción (24, 34, 44, 54, 64, 74, 84) de brida inferior es mayor o menor que el grosor promedio de la porción (23, 33, 43, 53, 63, 73, 83) de brida superior.
8. El miembro estructural de acero laminado en caliente de alta resistencia de la reivindicación 1, donde dicha porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda tiene un grosor promedio del 85 % del grosor promedio de los grosores combinados de dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior, teniendo dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior el mismo grosor promedio.
9. El miembro estructural de acero laminado en caliente de alta resistencia de la reivindicación 1, donde dicha porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda tiene un grosor promedio de aproximadamente el 85 % del grosor promedio de los grosores combinados de dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior y el grosor promedio de la porción (24, 34, 44, 54, 64, 74, 84) de brida inferior es mayor o menor que el grosor promedio de la porción (23, 33, 43, 53, 63, 73, 83) de brida superior.

10. Un método de fabricación de un miembro estructural alargado de acero de alta resistencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende proporcionar acero de alta resistencia que tenga una resistencia a la tracción de al menos 120.000 psi (827,36 MPa) y un límite elástico de al menos 90.000 psi (620,52 MPa), donde el acero de alta resistencia comprende, en porcentaje en peso:

5 carbono, de 0,30 a 0,65 %
 manganeso, de 0,30 a 2,5 %
10 al menos uno del grupo que consiste en aluminio, niobio, titanio y vanadio y mezclas de estos, de 0,03 a 0,35 %, y hierro, el resto,
 laminando en caliente el acero de alta resistencia para proporcionar un miembro (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) estructural que tiene una configuración en sección transversal uniforme a lo largo de su longitud, incluyendo dicha configuración en sección transversal uniforme una porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda con
15 porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida opuestas superior e inferior que se extienden desde los extremos opuestos de la porción de banda, **caracterizado por que** el miembro estructural es un riel de bastidor de camión y **por que** dicha porción (21, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 94) de banda tiene un grosor promedio de hasta el 85 % del grosor promedio de los grosores combinados de dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 96, 96) de brida superior e inferior, proporcionando dichas porciones (23, 24, 33, 34, 43, 44, 53, 54, 63, 64, 73, 74, 83, 84, 92, 93, 95, 96) de brida superior e inferior una mayor capacidad de soporte de carga a dicho miembro (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) estructural.

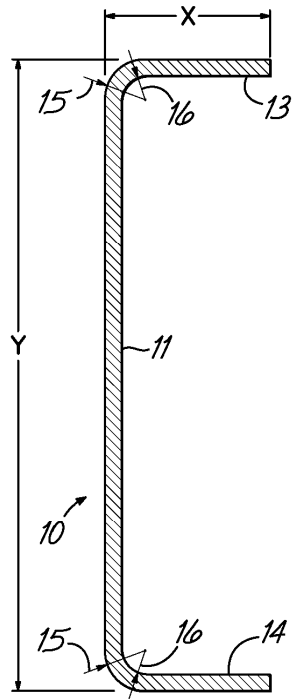


FIG. 1

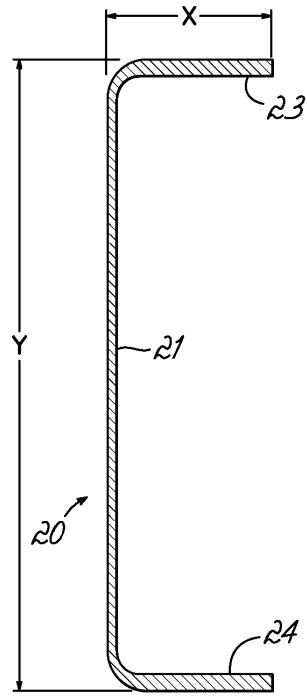


FIG. 2

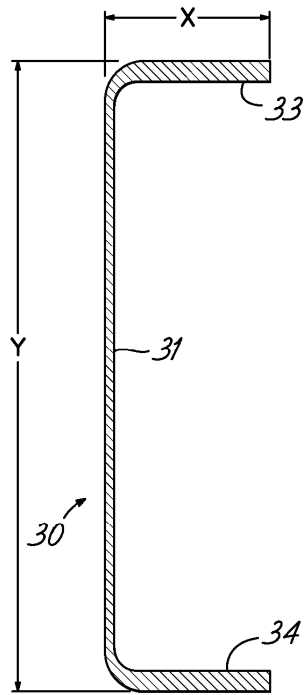


FIG. 3

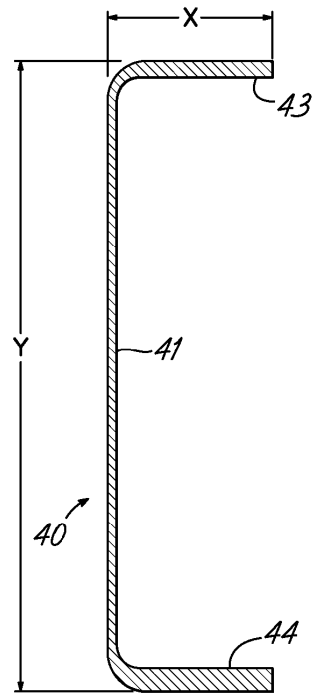


FIG. 4

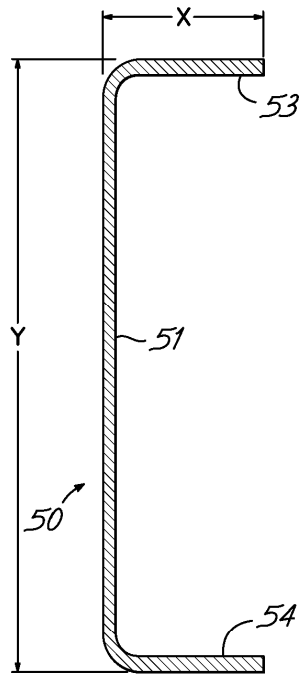


FIG. 5

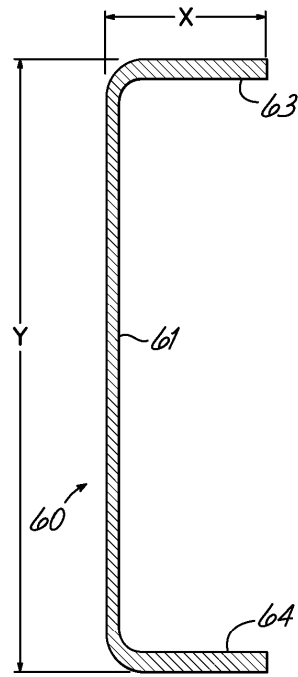


FIG. 6

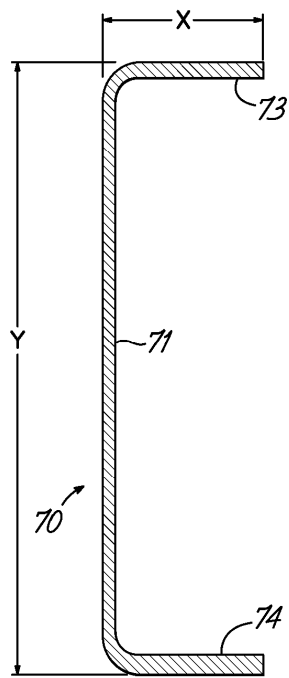


FIG. 7

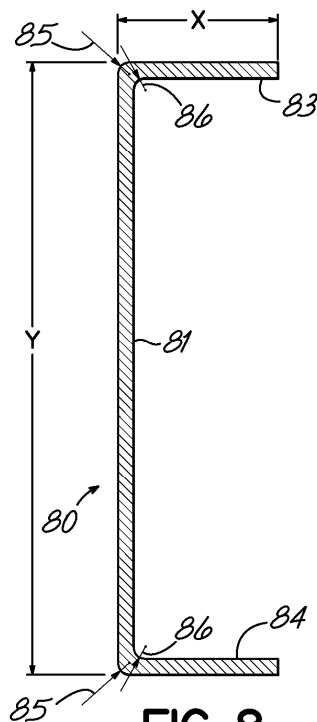


FIG. 8

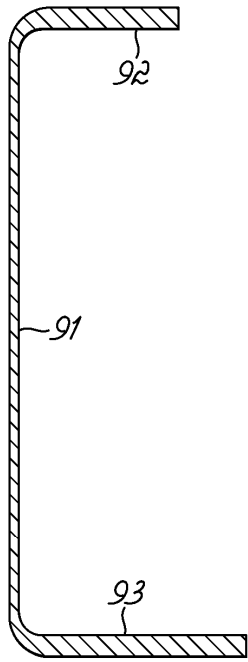


FIG. 9A

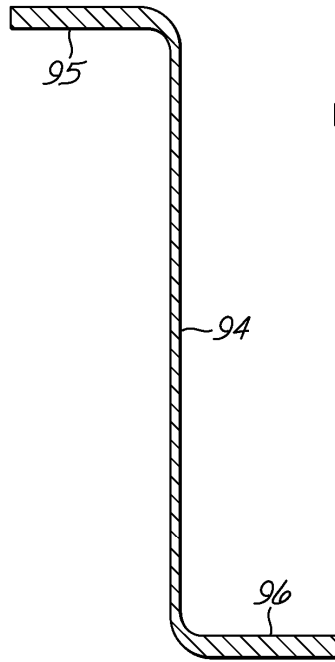


FIG. 9B

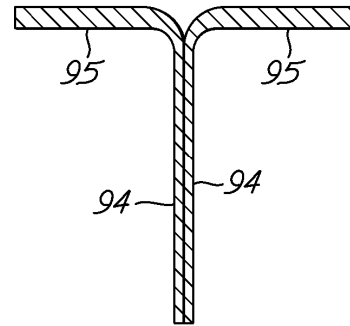


FIG. 9C

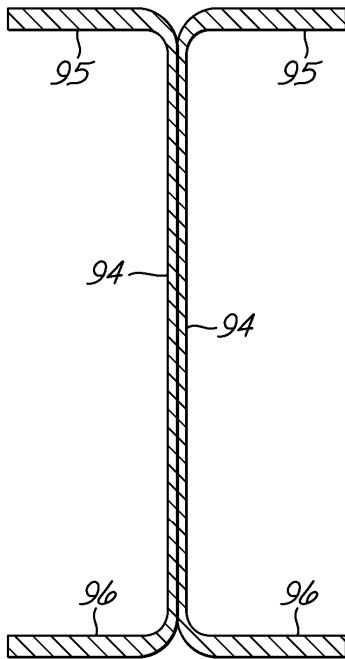


FIG. 9D

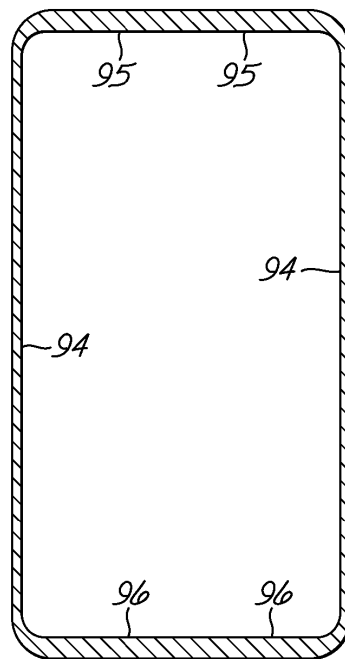


FIG. 9E