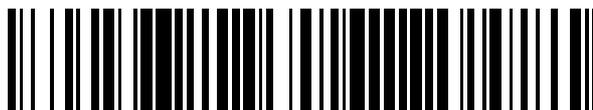


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 267**

51 Int. Cl.:
E04D 3/08 (2006.01)
B21D 47/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07102970 .6**
96 Fecha de presentación: **23.02.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1961887**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.08.2008**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE UNA VIGA ESTRUCTURAL CON ABERTURAS.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.12.2011

73 Titular/es:
ARCELORMITTAL COMMERCIAL SECTIONS S.A.
66 RUE DE LUXEMBOURG
4221 ESCH SUR ALZETTE, LU

72 Inventor/es:
Vasconi, Claude;
Cajot, Louis-Guy;
Vassart, Olivier;
Wallerich, Alain y
Theret, Bruno

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 370 267 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

Procedimiento de fabricación de una viga estructural con aberturas.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere de un modo general a vigas estructurales del tipo que presenta un alma entre dos alas y el alma no es continua, sino que presenta unas aberturas en la misma, y al procedimiento de fabricación de dicha viga.

10

Antecedentes de la técnica

Las vigas estructurales con aberturas dispuestas en su alma, a las que se hará referencia en adelante como vigas almenadas, se utilizan habitualmente en obras de construcción (edificios, aparcamientos para coches con una pluralidad de niveles, etc.).

15

Tal como es muy conocido, las vigas almenadas se realizan habitualmente a partir de vigas universales, por ejemplo, con secciones en forma de I o de H laminadas en caliente que se cortan a lo largo de sus almas según un patrón específico. Las dos vigas en T resultantes se vuelven a ensamblar con soldadura. Dicha técnica se utiliza convencionalmente para producir vigas con una abertura circular, hexagonal u octogonal, así como vigas curvadas con dichas aberturas.

20

Un procedimiento muy conocido para la fabricación de una viga almenada se describe, por ejemplo, en el documento GB 882 175. Una viga con una sección en H se separa en dos vigas en T cortando su alma a lo largo de una línea de corte predeterminada, por ejemplo, mediante un soplete cortador. La línea de corte describe una ondulación sustancialmente periódica con picos y bases, siendo los picos y las bases planos y paralelos entre sí y con las alas. Una viga en T se desplaza longitudinalmente de tal modo que los picos de las vigas en T superior e inferior coincidan y los picos a tope se suelden por último entre sí.

25

Un procedimiento para realizar vigas almenadas con aberturas circulares se describe en el documento EP 0 324 206. En dicho procedimiento, se realiza un primer corte continuo a lo largo del alma de una viga universal y se realiza un segundo corte continuo a lo largo del alma en una trayectoria distinta a la del primer corte. Los cortes se realizan de tal modo que definen unas secciones rectilíneas dispuestas en los lados alternos de la línea central del alma y en secciones por lo menos parcialmente curvilíneas que se unen en los extremos más próximos de las secciones rectilíneas. Las dos mitades cortadas (dos vigas en T) de la viga se separan y a continuación se sueldan entre sí en las zonas constituidas por la yuxtaposición de las secciones rectilíneas de las dos mitades.

30

35

Otros procedimientos de fabricación de vigas almenadas se dan a conocer en las patentes FR 835 808, US nº 3.066.394 y CA 2 404 320.

40

El documento FR 835 808-A da a conocer una viga según el preámbulo de la reivindicación 1.

Un problema frecuente de los procedimientos descritos anteriormente es la dificultad de alinear correctamente los picos planos enfrentados (segmentos rectilíneos) de los bordes del alma a fin de proceder con la operación de soldadura. De hecho, se puede percibir con facilidad a simple vista cualquier desplazamiento o desalineación entre dos picos planos en el caso de aberturas circulares o hexagonales debido a la uniformidad de las formas. Dicho problema de alineación de coincidencia entre los picos planos resulta aún más importante en el caso de las vigas prearqueadas.

45

Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento alternativo de fabricación de dichas vigas, en el que se reduzcan los problemas de alineación de los picos coincidentes.

50

Por consiguiente, se proporciona un procedimiento según la reivindicación 1.

55 **Descripción general de la invención**

Según la presente invención, se proporciona un procedimiento para la fabricación de una viga con aberturas que comprende las etapas siguientes:

60

a) proporcionar dos vigas en T, cada una con un ala y un alma, presentando el alma de cada una de dichas vigas en T un borde libre correspondiente que describe una línea ondulada con los picos y las bases, encontrándose los picos alejados del alma correspondiente y encontrándose las bases en la proximidad del alma correspondiente, siendo además los picos sustancialmente planos y paralelos a un eje común;

65

b) colocar dos vigas en T en una relación cara a cara de tal modo que los picos de los bordes de sus almas entren contacto y coincidan sustancialmente;

c) soldar las dos vigas en T entre sí a lo largo de sus picos coincidentes para constituir una viga con aberturas dispuestas en su alma.

5 Según la presente invención, las líneas onduladas del borde del alma de dichas vigas en T se diseñan, de tal modo que comprenden un tramo de línea curvilínea a cada lado de cada pico plano, presentando dicho tramo de línea curvilínea una pendiente que se aproxima gradualmente a la pendiente del pico plano.

10 Según la presente invención, los tramos curvilíneos presentan las características definidas por la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

15 Tal como se expresa de un modo más matemático, la derivada de la curva descrita por el tramo de línea curvilínea en un punto es la pendiente de la recta tangente a la curva en dicho punto, que expresa la variación del cambio del tramo de línea curvilínea. Según la presente invención, la pendiente de la tangente a la curva varía progresivamente, en la dirección del pico, hasta que la tangente se alinea con la dirección del pico plano.

20 En otras palabras, en la proximidad de los picos, las ondulaciones de la línea del borde del alma se diseñan de tal modo que su curvatura varía hasta que es tangente a la línea del pico plano. La consecuencia práctica de este diseño es que no existe discontinuidad del perfil del borde libre en la proximidad de los picos planos que lindará con picos coincidentes similares de la otra viga en T, a diferencia de las vigas conocidas con aberturas circulares, hexagonales u octogonales. La tangencia y la curvatura variable del borde del alma alrededor los picos dificultan apreciar el inicio exacto y la ubicación final de los picos planos, de tal modo que un desplazamiento ligero y las desalineaciones serán menos perceptibles a simple vista y se facilitará la tarea de alineación durante la producción de las vigas. Además, el usuario soldador podrá asimismo soldar entre sí líneas enfrentadas del borde del alma en la zona de los tramos de líneas curvilíneas para ocultar cualquier desalineación y/o reforzar la soldadura en los picos. Por lo tanto, resulta evidente que la utilización del diseño ondulado simplifica enormemente el montaje de las dos vigas en T y de este modo la fabricación de la viga almenada.

30 En una forma de realización, las dos vigas en T se cortan a partir de una única viga con un alma que se extiende entre dos almas, preferentemente una viga con una sección en I o en H laminada en caliente. El corte se puede realizar según una línea continua de corte a lo largo del alma de dicha viga. En este caso, la línea de corte definirá de este modo la forma de la línea ondulada de los bordes libres del alma de las dos vigas en T resultantes.

35 En una forma de realización basada en la fabricación de una única viga en H (o en I), la continua línea de corte define además las secciones planas que se extienden desde cada extremo de dicha línea ondulada hasta el extremo correspondiente de la viga, encontrándose una de las secciones de extremo planas más próxima a un ala mientras que la otra se encuentra más próxima al ala opuesta. Tras cortar la viga en H a lo largo de dicha línea continua de corte que se extiende entre ambos extremos de la viga, se gira 180° una de las vigas en T y se disponen las dos vigas en T según la etapa b). Se podrá comprender que dicho modo de construcción - facilitado por la simetría del diseño - necesita considerar el tamaño y la posición axial de los picos, así como la altura de los picos con respecto a las alas a fin de obtener picos coincidentes a lo largo de la longitud de la viga al girar una viga.

45 Se podrá apreciar que la presencia de las secciones de extremo planas en ambos extremos de la línea ondulada, enfrentadas con respecto a la línea central de la viga, permite obtener automáticamente una parte continua del alma en un extremo de la viga. De hecho, cuando se gira 180° una de las vigas, debido al diseño de la línea de corte, las secciones de extremo planas entran en contacto en un extremo de la viga, al mismo tiempo que existe una abertura en el otro extremo. Las secciones de extremo planas a tope se pueden soldar entre sí, al mismo tiempo que en el extremo opuesto de la viga la abertura se cierra preferentemente con soldadura y material apto, constituyendo de este modo una viga almenada con secciones de alma continua en ambos extremos. Además, se pueden cortar las partes de extremo de la viga no pretendidas a fin de disponer de unas secciones de extremo con una longitud similar.

55 En un procedimiento de fabricación alternativo, las dos vigas en T, al cortarse a lo largo de una línea continua de corte, se pueden separar con sencillez y desplazar axialmente para que los picos enfrentados entren en contacto.

60 Aunque la fabricación a partir de una sola viga resulta muy conveniente cuando se trabaja con patrones simétricos, ya que permite minimizar los costes y los desechos, las dos vigas en T a ensamblar se pueden cortar a partir de dos vigas distintas. Al diseñar la forma ondulada de los bordes de sus almas de tal modo que se puedan unir por sus picos, resulta posible una pluralidad de diseños/patrones.

65 Para mejorar la calidad de la soldadura en los picos y de este modo reforzar la unión entre las vigas en T, se pueden soldar ventajosamente entre sí los tramos de línea curvilínea enfrentados en una longitud determinada, sobre las caras laterales de los picos.

En una forma de realización, las vigas en T se arquean antes de soldarse en la etapa c). Una de las dificultades en la fabricación de vigas prearqueadas es que la longitud de los picos coincidentes se modifica a causa de la flexión.

Sin embargo, debido a que el diseño particular de las líneas onduladas de los lados del pico proporciona la tangencia de los tramos de línea curvilínea, no existe discontinuidad entre los picos planos y la línea del borde alrededor de los picos. La ligera diferencia en la longitud del pico resulta por lo tanto imperceptible a simple vista debido al diseño de las aberturas alrededor de los picos; por consiguiente, se evita de nuevo un ajuste largo antes de la soldadura y la necesidad de material adicional para restablecer la forma de las líneas del borde. Además, la tangencia y la curvatura variable del borde del alma alrededor de los picos permiten que el usuario extienda con facilidad la soldadura en la zona de los tramos de línea curvilínea a fin de soldar entre sí los bordes enfrentados proximales del alma.

Según otro aspecto de la presente invención, se propone una viga con aberturas que presenta un alma y dos alas y que comprende dos vigas en T ensambladas presentando cada una de las mismas un ala y un alma. El alma de cada una de las vigas en T presenta una línea de borde correspondiente que describe una línea ondulada con picos y bases, encontrándose los picos alejados del ala correspondiente y encontrándose las bases en la proximidad del ala correspondiente. Los picos son sustancialmente planos y paralelos a un eje común y las vigas en T se unen por sus picos que se sueldan entre sí.

Se puede apreciar que las líneas onduladas del borde del alma de las vigas en T se diseñan de tal modo que comprenden un tramo de línea curvilínea en cada lado de cada pico plano, presentando dicho tramo de línea curvilínea una pendiente que se aproxima gradualmente a la pendiente del pico plano.

De este modo, las aberturas de la viga se cierran longitudinalmente mediante zonas en las que los bordes superior e inferior del alma convergen en los picos contiguos (que constituyen los montantes de la viga) de un modo tangencial.

Dicha viga es el resultado de la construcción de dos vigas en T que presentan un diseño específico del borde del alma que permite un montaje más sencillo. Dicho diseño resulta aún más interesante en el caso de las vigas prearqueadas, tal como ya se ha descrito anteriormente.

En la proximidad de los picos, la forma de las líneas convergentes del borde del alma se caracteriza por la extensión axial (o la distancia de aproximación) del tramo de línea curvilínea, determinada por la proyección en paralelo al eje de la viga. La distancia de aproximación puede alcanzar los 200 mm y por lo menos es de 150 mm, tal como se define en la reivindicación 1.

Otro parámetro característico es la distancia entre las líneas opuestas del borde del alma (superior e inferior) al pasar la distancia de aproximación. Dicha distancia no supera los 20 mm de la distancia de aproximación, más preferentemente no supera los 15 mm.

En una forma de realización, se cortan ambas vigas en T a partir de una única viga con una sección en H o en I de tal modo que los picos y las bases son planos, paralelos y de la misma longitud. Además, las dos vigas en T se pueden preparar a partir de dos vigas distintas, lo que permite una mayor flexibilidad en el diseño y las formas, pero resulta económicamente menos interesante.

En una forma de realización, la proporción del alma continua (es decir, que se extiende continuamente entre las alas inferior y superior) en un elemento con un patrón unitario (determinado por ejemplo, en la mitad de dos picos consecutivos) está comprendida entre el 5 y el 20%, preferentemente entre el 6 y el 13%. Dichos valores resultan particularmente aptos para aplicaciones de suelos, construcciones compuestas y similares.

Tal como resulta habitual en la técnica, se pueden disponer pasadores en un ala.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente de diversas formas de realización no limitativas, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista esquemática de una forma de realización preferida de una viga almenada, según la presente invención;

la figura 2 es una vista ampliada de la viga de la figura 1;

las figuras 3a) a f) son vistas esquemáticas que ilustran las etapas de un procedimiento de fabricación preferido de la viga de la figura 1;

la figura 4 es una vista esquemática que compara dos diseños de abertura;

la figura 5 es una vista esquemática de otra forma de realización de una viga almenada;

la figura 6 es una vista ampliada de la viga de la figura 5, y

la figura 7 es un detalle que ilustra la zona de cierre de una abertura en la que las líneas del borde del alma de las vigas en T enfrentadas convergen tangencialmente en un pico;

- 5 las figuras 8a) a e) son vistas esquemáticas que ilustran las etapas de un procedimiento de fabricación preferido de la presente viga.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

10 La figura 1 representa una viga almenada 10 según una forma de realización preferida de la presente invención, con un alma 12 que se extiende entre dos alas paralelas, indicándose el ala inferior con la referencia numérica 14 y el ala superior con la 16. En el alma 12 se disponen diversas aberturas 18 (7 aberturas en la presente forma de realización).

15 La viga 10 está constituida por dos vigas en T, indicadas con las referencias numéricas 20₁ y 20₂, que se encuentran unidas por soldadura. Tal como se puede entender a partir de la figura 1, el alma de cada viga en T 20₁, 20₂ presenta un borde libre correspondiente que describe una línea ondulada 22 con picos 24 y bases 26. Los picos 24 se encuentran alejados del ala correspondiente y las bases 26 se encuentran en la proximidad del ala correspondiente. En la presente forma de realización, los picos 24 y las bases 26 son sustancialmente planos y se extienden en paralelo al eje central 25 de la viga 10. La soldadura de las dos vigas en T se realiza en sus picos 24. En cada lado longitudinal de la viga 10 se encuentra una sección de extremo con alma continua.

25 Se podrá apreciar que la línea ondulada 22 de los bordes del alma se diseña de tal modo que comprende un tramo de línea curvilínea en cada lado de cada pico plano 24, presentando el tramo de línea curvilínea una pendiente variable que se aproxima progresivamente a la pendiente del pico plano 24. En otras palabras, la sección intermedia del borde que conecta una base 26 con un pico 24 en cada viga T 20₁, respectivamente 20₂, presenta una forma tal que en la proximidad del pico 24, su pendiente varía progresivamente a ser tangente a la plana máxima 24. Debido a que el perfil de borde del alma es similar en ambas vigas en T 20₁ y 20₂, las aberturas 18 presentan una forma específica en el punto de unión entre los bordes superior e inferior del alma en los picos 24 que no se puede distinguir fácilmente a simple vista, lo que permite una cierta flexibilidad durante la unión/soldadura, es decir, se reducen en particular los esfuerzos necesarios para la alineación.

35 La forma de las aberturas 18 de la realización de la figura 1 se pueden observar con mayor precisión en la figura 2, en la que la extensión longitudinal de cada parte o sección de la línea ondulada 22 se indica debajo de la viga 10. Los picos 24 y las bases 26, respectivamente, indicadas con *p* y *b*, son secciones planas de la misma longitud que son paralelas a la línea central de la viga 25. Las secciones intermedias de conexión entre picos y bases se indican con *s*. La parte de extremo de una sección intermedia *s* en la proximidad de un pico que constituye el tramo de línea curvilínea tangente al pico plano 24 se indica con *w*. El tramo de línea curvilínea *w* es, por lo tanto, una parte de extremo de la sección intermedia *s*.

40 Se ha de indicar que se podría proporcionar cualquier forma a la sección intermedia *s*, siempre que en la proximidad de cada pico 24 describa un tramo de línea curvilínea *w* que pasa a ser tangente al pico. Si las dos vigas en T no se han realizado a partir de una sola viga según el procedimiento que se describirá a continuación (lo que implica que la forma de un pico de una viga en T define la forma de una base de la otra viga en T), las bases no necesitan ser planas y presentar la misma longitud que los picos.

50 Un procedimiento preferido para la fabricación de la viga de la figura 1 se describirá a continuación en detalle haciendo referencia a la figura 3. En la figura 3a) se representa una viga inicial con una sección en H. Esta viga inicial 10a se corta a lo largo de su alma 12a siguiendo una línea continua de corte 22a mediante, por ejemplo, un dispositivo de corte láser o por plasma, un soplete cortador u otro dispositivo para arrancar virutas, creando de este modo las dos vigas en T 20₁ y 20₂. El perfil del borde libre del alma correspondiente 22 de las dos vigas en T 20₁ y 20₂ se obtiene, por lo tanto, a partir de la forma de la línea continua de corte 22a.

55 Las dos vigas en T 20₁ y 20₂ se separan (véase la figura 3b) y la viga en T inferior 20₁ se gira aproximadamente 180° (véase la figura 3c). A continuación, las dos vigas en T 20₁ y 20₂ se disponen de tal modo que entren en contacto con los picos 24 coincidentes de los bordes de sus almas. Se puede apreciar que en la presente forma de realización, la forma de la línea de corte 22a y, por lo tanto, una de las líneas del borde 22 son de tal modo que al girar, coinciden los picos 24 de la vigas en T inferior y superior. De este modo, resulta suficiente que las vigas en T 20₁ y 20₂ se encuentren contiguas y se suelden entre sí en los picos coincidentes 24 adyacentes.

60 Se entenderá que para activar dicho modo de construcción de la viga, el diseño del borde del alma, tal como se define mediante la línea 22 (y se crea mediante la línea de corte 22a) ha de satisfacer diversos requisitos. En este sentido, algunos de los parámetros importantes del diseño de la línea ondulada son los siguientes:

- 65 - longitud de los picos: picos coincidentes (es decir, los picos que se unirán al girar) han de ser de la misma longitud;

- posición axial de los picos: las posiciones axiales de los picos se diseñan de tal modo que los picos de las vigas en T superior e inferior coincidan al girar una viga en T;

5 - distancia del pico al ala: la suma de las distancias del pico al ala de los picos coincidentes ha de corresponder a la altura pretendida de la viga (tanto si es uniforme como variable), para todos los picos.

10 Para ilustrar cómo dichos parámetros preferidos de construcción se pueden aplicar a la presente forma de realización, se atribuirá un número de orden a los picos de cada viga en T. En relación a la viga en T superior 20_2 los picos se numeran de derecha a izquierda y en el caso de la viga en T inferior 20_1 de izquierda a derecha (véase la figura 3b).

15 Tal como se ha indicado anteriormente, debido al diseño particular de la línea del borde del alma 22, al girar la viga en T inferior 20_1 todos los picos coinciden, por lo que los picos con el número de orden i se enfrentan automáticamente entre sí. Ello se puede observar. Al aplicar la recomendación anterior, la longitud del pico i de la sección de la viga superior 20_2 equivale a la longitud del pico i de la viga inferior 20_2 , y de hecho todos los picos presentan la misma longitud.

20 Se puede observar asimismo que la distancia desde el extremo de la parte derecha de la viga superior 20_2 al pico i es la misma que la distancia desde el extremo de la parte izquierda de la viga inferior al pico i . La distancia del pico al ala es la misma para cada pico $n^{\circ} i$.

25 Se puede observar además que la línea de corte 22a finaliza en ambos extremos con una sección de extremo plana. En el extremo de la parte derecha, la sección de extremo plana 30 está más próxima al ala inferior 14, mientras que en el extremo opuesto a la sección de extremo plana 30a está más próxima al ala superior 16. Además, las secciones de extremo planas 30 y 30a presentan ventajosamente la misma longitud. La razón de dicho diseño es que se obtiene automáticamente un alma continua en un extremo de la viga 10 al girar la viga en T inferior 20_1 , tal como se puede observar en la figura 3 d).

30 En la configuración de la figura 3 e), todos los picos adyacentes 24 se han soldado entre sí y las secciones planas extremas a tope del extremo de la parte derecha de la viga se han soldado entre sí, constituyendo una parte de extremo del alma continua. Las partes soldadas se representan en la figura 3 e) mediante líneas de trazos.

35 Resulta evidente que debido al diseño de la línea del borde 22, en las aberturas extremas 18, las líneas del borde del alma superior e inferior 22 convergirán hacia las secciones de extremo e del mismo modo que en los picos 24, constituyendo dichas partes con líneas tangenciales.

40 Para mejorar la calidad de la soldadura en los picos 24 y de este modo reforzar la unión entre las vigas en T, los tramos de línea curvilínea enfrentados de los lados de los picos se sueldan ventajosamente entre sí en una longitud determinada (no representada en los dibujos).

45 En la figura 3 e), el alma se abre en la parte de extremo izquierda de la viga. Dicha abertura del alma 12 se cierra preferentemente utilizando soldadura y materiales aptos (tal como se ilustra mediante la zona gris de la figura 3 f) de tal modo que constituyen una parte de extremo del alma continua. Se cortan las partes de la viga no pretendidas en la parte izquierda, de tal modo que el viga final 10 presenta dos partes de extremo con un alma continua y de la misma longitud (indicada con e en la figura 3 f).

50 Haciendo referencia ahora a la figura 4, la abertura definida mediante la línea continua es la misma que en la figura 2, mientras que la abertura definida mediante la línea de trazos presenta una forma alternativa de abertura aún más adaptada para el prearqueado y que presenta una anchura de abertura más próxima a la de las guías de cable rectangulares a pasar a través de la abertura. Dicho segundo diseño de la abertura comprende naturalmente unos tramos curvilíneos indicados mediante wb que pasan a ser tangentes al pico 24. Tal como se puede observar, la extensión del tramo de línea curvilínea wb es superior que en el caso de la línea ondulada 22, por lo que el inicio y el final de los segmentos planos a tope de los picos resultan aún más difíciles de apreciar. La longitud superior del tramo de línea curvilínea wb permite asimismo la soldadura de esta zona para su refuerzo.

55 La figura 5 representa una forma de realización de una viga almenada 110 según la presente invención, comprendiendo la línea ondulada, en los lados de cada pico 124, un tramo de línea curvilínea (indicado con wc en la figura 6) cuya pendiente se aproxima progresivamente a la del pico 124. En la figura 5, los elementos análogos se indican con las mismas referencias numéricas que en las figuras 1 a 4, sin embargo, precedidas por 1. Los segmentos planos soldados de los picos 124 no se encuentran representados y la referencia numérica indica únicamente la posición de los mismos.

65 Tal como se puede entender a partir de la descripción anterior, pueden existir diversos diseños para las líneas onduladas 22 o 122, respectivamente, la línea de corte 22a, siempre que se realice en la proximidad de los picos planos un tramo de línea curvilínea w , wb o wc que converja tangencialmente con los picos planos 24, 124. Tal como

se ha entendido, en la distancia del tramo de línea curvilínea, la pendiente del tramo de línea curvilínea disminuye continuamente hasta alcanzar la del pico plano, en este caso cero ya que el pico plano es horizontal.

5 Se puede observar asimismo claramente en la figura 4 que la forma del tramo de línea curvilínea w o wb puede ser distinta. En la figura 4, se considera que la parte wb presenta una extensión axial superior a la parte w debido a que su pendiente es más próxima a la tangente que en el caso de la parte w en una gran distancia desde el pico 24. Dichas formas condicionan el aspecto visual y en el caso del diseño de la línea de puntos 22b, el punto de convergencia de las líneas onduladas en el pico 24 resulta aún más difícil de distinguir, lo que facilita adicionalmente el montaje debido a unos requisitos de alineación menos estrictos.

10 Se pueden caracterizar de este modo los tramos de línea curvilínea w , wb y wc por su extensión axial (proyectada en el eje), junto con la separación entre las líneas de los bordes del alma superior e inferior que convergen en un pico 24, 124. En la figura 7, se representa mediante wL la medida de la extensión axial de un tramo de línea curvilínea que converge tangencialmente con el pico 24; ello corresponde a la medida de w , wb o wc . La referencia DL indica la medida de la distancia entre las líneas del borde del alma superior e inferior 22 en el inicio del tramo de línea curvilínea. Los parámetros wL y DL reflejan de este modo el diseño de los tramos de líneas curvilíneas y el modo en que aparecen las aberturas en la proximidad de los picos 24, 124 que constituyen los montantes de la viga final (las partes del alma continuas entre dos picos).

20 Únicamente a título de ejemplo, la siguiente tabla 1 presenta los valores numéricos de diversos parámetros de las vigas representadas en las figuras.

Tabla 1

	Viga de la figuras 1 y 4; diseño de la línea del borde del alma 22	Viga de la figuras 1 y 4; diseño de la línea del borde del alma 22b	Viga de la figuras 5 y 6; diseño de la línea del borde del alma 122
<u>Tipo de viga inicial</u>			
Viga de referencia	HD400x187		PE330
Altura (h)	h = 368 mm		h = 330 mm
Anchura del ala (fb)	fb = 391 mm		fb = 160 mm
Espesor del alma (tw)	tw = 15 mm		tw = 7,5 mm
Espesor del ala (tf)	tf = 24 mm		tf = 11,5 mm
<u>Viga final</u>			
Longitud (L)	17 m		10 m
Altura (H)	618 mm		530 mm
Longitud pico y base (p, b)	250 mm		150 mm
Longitud de la sección (s)	840 mm		1175 mm
Longitud de la parte de extremo (e)	995 mm		1100 mm
<u>Dimensiones de la abertura</u>			
Altura máx. (OH)	500 mm	500 mm	400 mm
Anchura máx. (OW)	1930 mm	1930 mm	2500 mm
Distancia base - ala (BF)	35 mm	35 mm	54 mm
WL	100 mm	175 mm	150 mm
DL	17 mm	15 mm	15 mm

25 Se debe destacar que la viga de las figuras 1 y 4 con el diseño de la línea de alma 22 que corresponde a los valores de la tabla 1 no forma parte de la invención reivindicada.

30 Cabe señalar que aunque en los ejemplos de la Tabla 1 los picos presentan una longitud de 250 o 150 mm, se puede disminuir su longitud hasta un valor muy reducido. De hecho, se puede variar la longitud de los picos en función de la aplicación y puede ser inferior donde la aplicación requiera menos resistencia de la viga.

35 Alternativamente al procedimiento de fabricación representado en la figura 3, una viga según la presente invención se puede realizar de un modo más tradicional, es decir, por traslación simple, tal como se representa en las figuras 8 a) a e). Las dos primeras etapas a) y b) son similares a las de la figura 3. Una viga inicial con la sección en H 210a se corta a lo largo de su alma 212a siguiendo una línea continua de corte un 222a, creando de este modo dos vigas en T 220₁ y 220₂. El perfil libre correspondiente del borde del alma 222 de las dos vigas en T 220₁ y 220₂ se obtiene a partir de la forma de la línea continua de corte 222a. Las dos vigas en T 220₁ y 220₂ se separan a continuación, tal como se representa en la figura 8b, una distancia suficiente para permitir un cambio relativo en la dirección axial. Los picos 224 de las vigas superior e inferior se ponen en contacto, tal como se representa en la figura 8 c) y los picos coincidentes 224 se pueden soldar entre sí.

45 Contrariamente al procedimiento de fabricación representado en la figura 3, el desplazamiento axial simple de la viga inferior 220₁ hacia la derecha no permite obtener un extremo de la viga con un alma continua. Se corta el material excedente de los extremos de la viga.

5 En la configuración de la figura 8 d), todos los picos adyacentes 224 se han soldado entre sí (representado mediante líneas de trazos). Además, las aberturas del alma 212 en los extremos de la viga se han cerrado ventajosamente utilizando soldadura y materiales aptos (tal como se representa mediante zonas grises) a fin de formar las partes de extremo de un alma continua. La viga almenada resultante se representa en la figura 8 e) presentando las partes de extremo continuas de la viga de la misma longitud.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una viga con aberturas que comprende las etapas siguientes:
- 5 a) proporcionar dos vigas en T, presentando cada una de las mismas un ala y un alma, presentando el alma de cada una de dichas vigas en T un respectivo borde libre que describe una línea ondulada, con picos y bases, encontrándose dichos picos alejados de la respectiva ala y encontrándose dichas bases en la proximidad de la respectiva ala, siendo además dichos picos esencialmente planos y paralelos a un eje común;
- 10 b) colocar dos vigas en T en una relación cara a cara de tal modo que los picos de los bordes de sus almas entren en contacto y coincidan sustancialmente;
- c) soldar las dos vigas en T entre sí a lo largo de sus picos coincidentes para formar una viga con aberturas dispuestas en su alma; en el que
- 15 las líneas onduladas del borde del alma de dicha vigas en T están diseñadas de tal modo que comprenden un tramo de línea curvilínea a cada lado de cada pico plano, presentando dicho tramo de línea curvilínea una pendiente que se aproxima progresivamente a la pendiente del pico plano, caracterizado porque
- 20 dichos tramos de línea curvilínea se extienden en una distancia de aproximación de 150 mm de los extremos del pico, proyectada en el eje de la viga; y las líneas onduladas del borde del alma están diseñadas de tal modo que al soldar, la distancia entre los tramos de línea curvilínea enfrentadas de dos picos coincidentes unidos no es superior a 20 mm en dicha distancia de aproximación.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dichas dos vigas en T están cortadas a partir de una sola viga con una sección en H o en I según una línea continua de corte a lo largo del alma de la misma.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que dicha línea continua de corte define dicha línea ondulada.
- 30 4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que dicha línea continua de corte define además unas secciones de extremo planas que se extienden desde cada extremo de dicha línea ondulada hasta el respectivo extremo de la viga, encontrándose una de las secciones de extremo planas más próxima a un ala, mientras que la otra se encuentra más próxima a la parte opuesta de dicha viga única.
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que al cortar se separan las dos vigas en T, girándose una de las vigas en T aproximadamente 180° y las dos vigas en T están colocadas según la etapa b).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la etapa c) comprende además soldar las secciones de extremo planas a tope en un extremo de la viga formada y formar una parte de un alma continua en el extremo opuesto de la viga.
- 40 7. Procedimiento según la reivindicación 6, que comprende la etapa de recortar el excedente de material de la viga para formar las partes de extremo de la viga con la misma longitud y presentando un alma continua.
- 45 8. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dichas dos vigas en T están cortadas a partir de dos vigas distintas con sección en H o en I.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa c) incluye además soldar entre sí los tramos de línea curvilínea enfrentados, en una longitud determinada.
- 50 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las vigas en T se arquean antes de la soldadura de la etapa c).
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las líneas onduladas del borde del alma están diseñadas, de tal modo que dichos tramos de línea curvilínea se extiendan en una distancia de aproximación de hasta 200 mm desde los extremos del pico.
- 55 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las líneas onduladas del borde del alma están diseñadas de tal modo que, al soldar, la distancia entre los tramos de línea curvilínea enfrentados de dos picos coincidente unidos no es superior a 15 mm en dicha distancia de aproximación.
- 60 13. Viga con aberturas que presenta un alma y dos alas, comprendiendo dicha viga dos vigas en T ensambladas, presentando cada una de dichas vigas en T un ala y un alma, en la que el alma de cada una de dichas vigas en T presenta un respectivo borde libre que describe una línea ondulada con picos y bases, encontrándose dichos picos alejados de la respectiva ala y encontrándose dichas bases en la proximidad de la respectiva ala, siendo dichos picos esencialmente planos y paralelos a un eje común, y en la que dicha vigas en T están unidas por sus picos que
- 65

ES 2 370 267 T3

están soldados entre sí, estando diseñadas las líneas onduladas del borde del alma de dicha vigas en T de tal modo que comprenden un tramo de línea curvilínea a cada lado de cada pico plano, presentando dicho tramo de línea curvilínea una pendiente que se aproxima progresivamente a la pendiente del pico plano; caracterizada porque

- 5 las líneas onduladas del borde del alma están diseñadas, de tal modo que dichos tramos de línea curvilínea se extienden en una distancia de aproximación de 150 mm desde los extremos del pico, proyectada en el eje de la viga; y la distancia entre los tramos de línea curva enfrentados de dos picos coincidentes unidos no es superior a 20 mm en dicha distancia de aproximación.
- 10 14. Viga según la reivindicación 13, en la que las líneas onduladas del borde del alma están diseñadas de tal modo que dichos tramos de línea curvilínea se extienden en una distancia de aproximación de hasta 200 mm desde los extremos del pico.
- 15 15. Viga según la reivindicación 13 ó 14, en la que la distancia entre los tramos de línea curva enfrentados de dos picos coincidentes unidos no es superior a 15 mm de dicha distancia de aproximación.
16. Viga según la reivindicación 13, 14 ó 15, que comprende unos pasadores en un ala.
- 20 17. Viga según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en la que dichas bases son planas y de la misma longitud que dichos picos planos.
18. Viga según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17, en la que la proporción del alma continua en un patrón unitario de la viga está en el intervalo comprendido entre el 5 y el 20%, preferentemente entre el 6 y el 13%.
- 25 19. Viga según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18, en la que dichas dos vigas en T proceden de una viga o de dos vigas distintas.
20. Viga según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 19, en la que dicha viga está prearqueada.

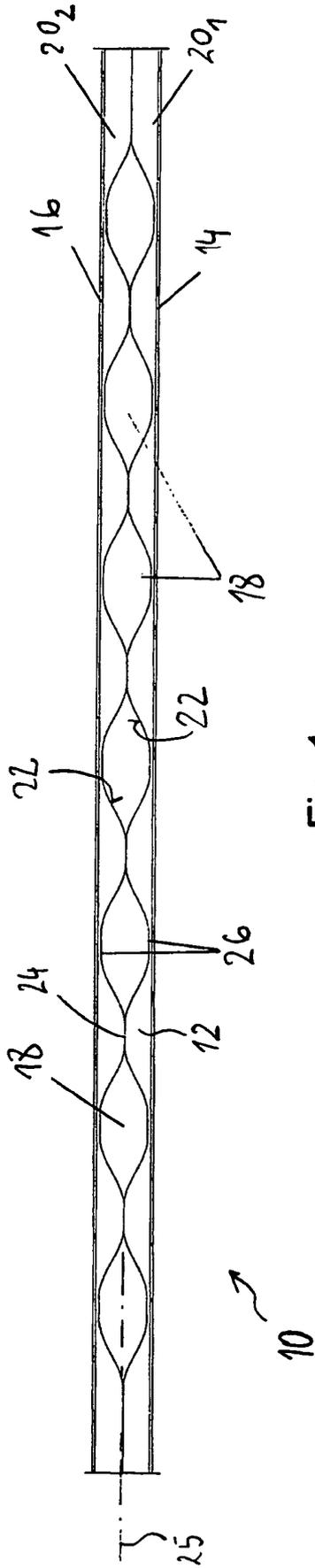


Fig. 1

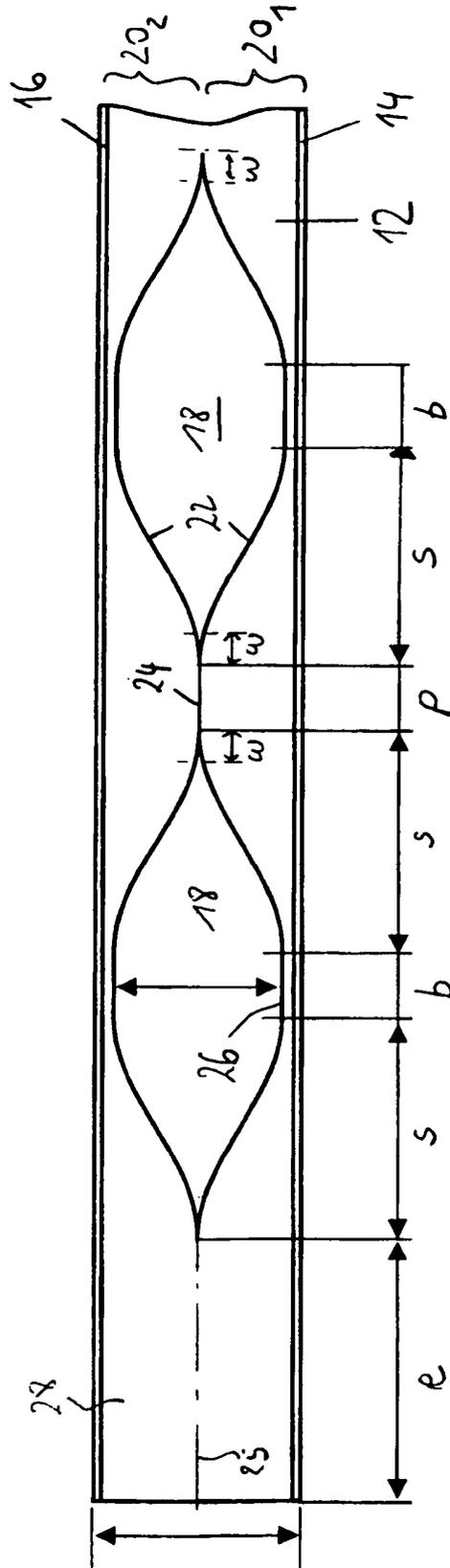


Fig. 2

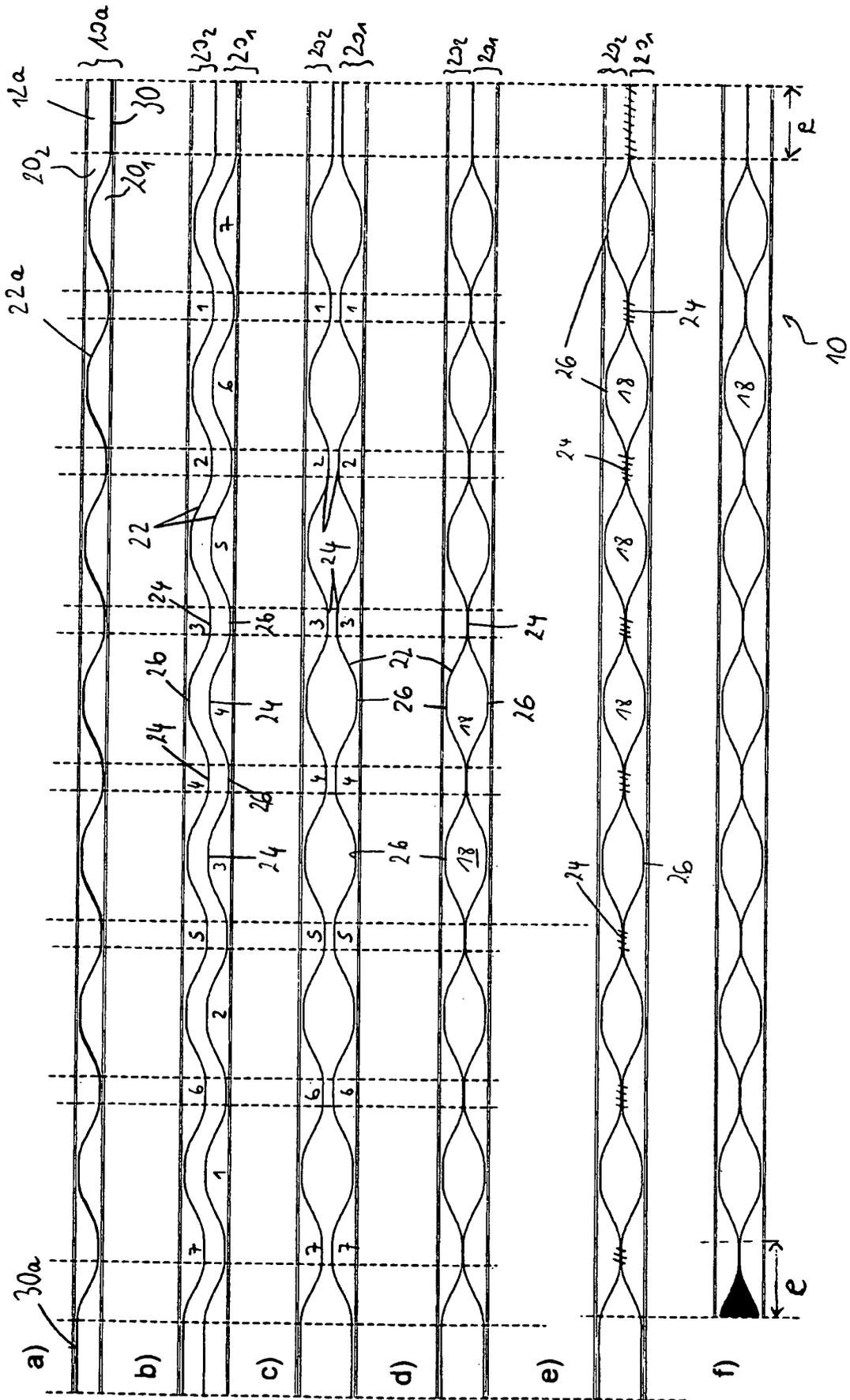


Fig. 3

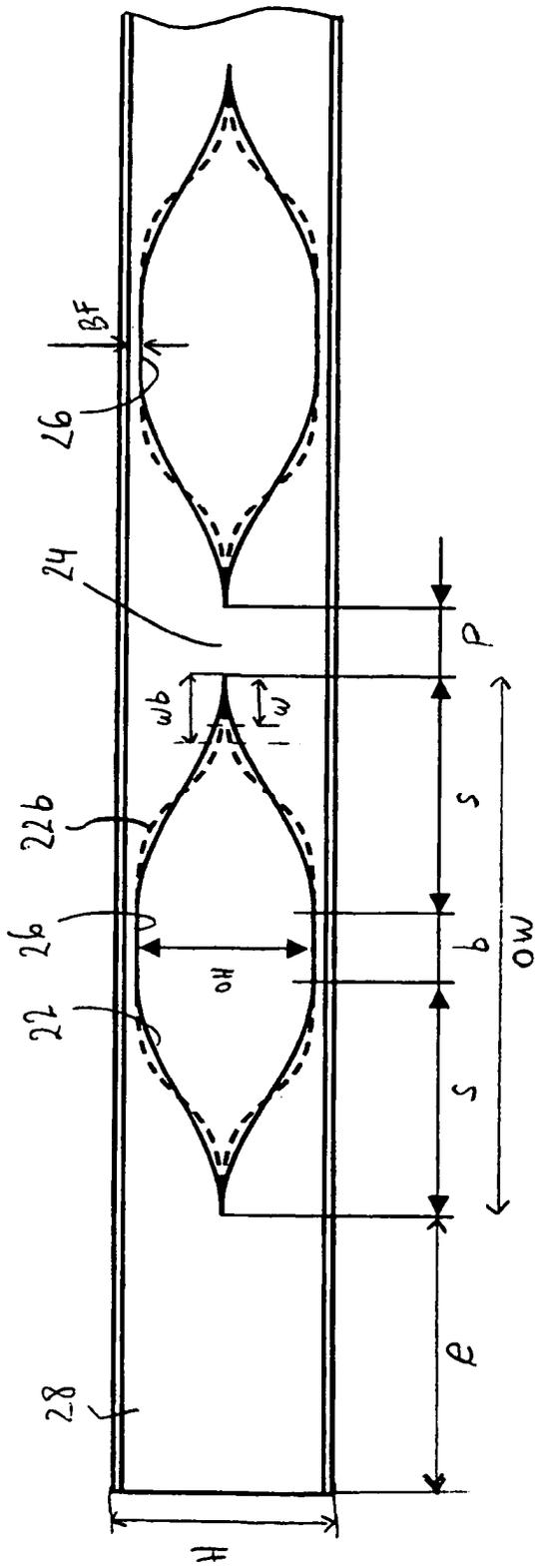


Fig. 4

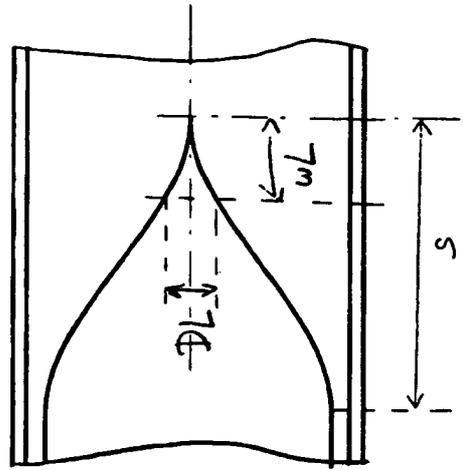


Fig. 7

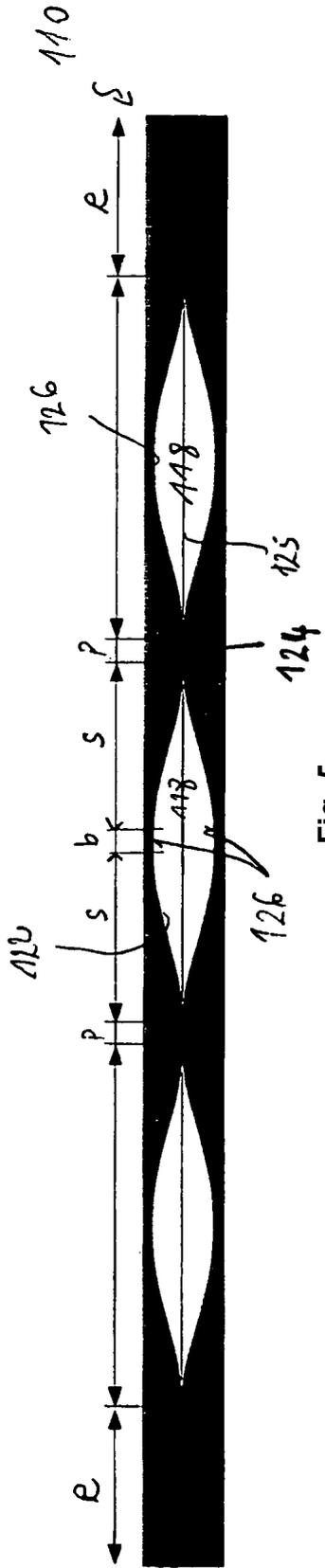


Fig. 5

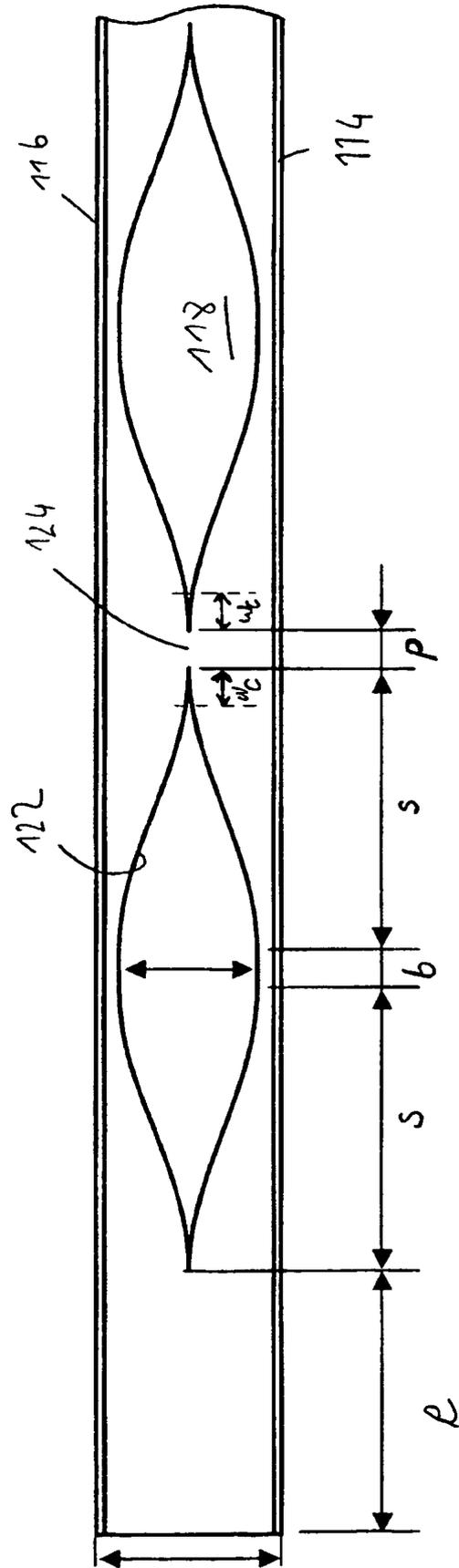


Fig. 6

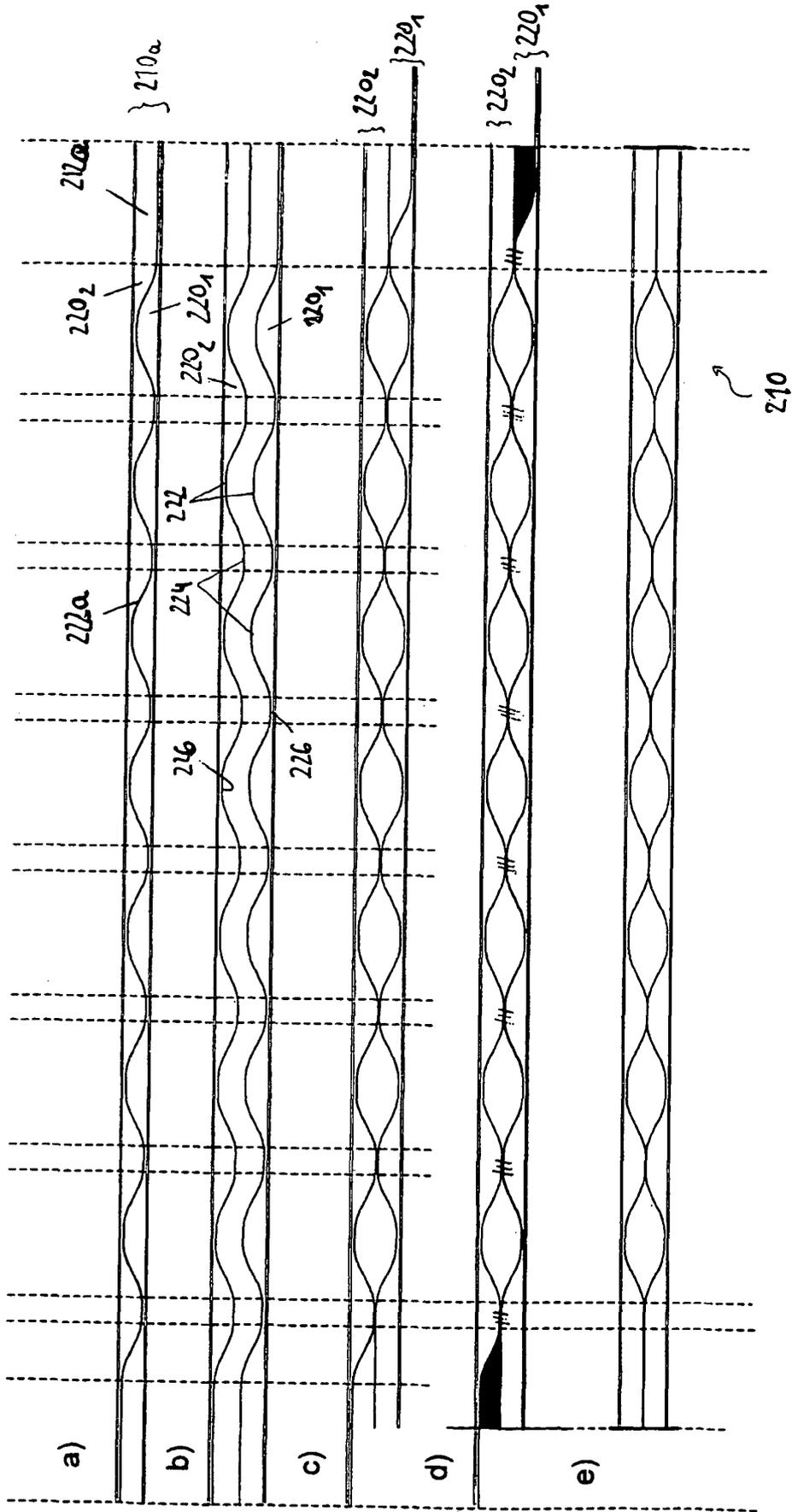


Fig.8