



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 531**

51 Int. Cl.:

**B23K 11/02** (2006.01)

**B23K 11/06** (2006.01)

**B23K 11/34** (2006.01)

**B23K 26/26** (2006.01)

**B23K 26/24** (2006.01)

**B23K 26/42** (2006.01)

**B23K 101/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07116948 .6**

96 Fecha de presentación : **21.09.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2039458**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.03.2009**

54

Título: **Procedimiento y dispositivo de soldadura de chapas extremo con extremo para procesos fabricación continua.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**06.06.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**06.06.2011**

73

Titular/es: **MALEX S.A.**  
**rue Edmond Focquet 15**  
**6030 Marchienne-au-Pont, BE**

72

Inventor/es: **Quaranta, Alessandro**

74

Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 360 531 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 y dispositivo de soldadura de chapas extremo con extremo para procesos de fabricación continua.

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a los procedimientos de empalme de chapas por soldadura en los procesos de producción continuos.

10 La invención se refiere asimismo a un dispositivo económico que permite la transformación de máquinas existentes en el mercado.

**Estado de la técnica**

15 Para mantener las cadencias de producciones actuales en el medio siderúrgico, las máquinas de tratamiento de flejes trabajan en continuo. Con este fin, los extremos de dos chapas que proceden por ejemplo de bobinas diferentes son cizallados simultáneamente y después unidos uno al otro por soldadura. Durante el tiempo (muy breve) necesario para la operación, unos dispositivos-tampones absorben el excedente de chapa producida, de manera que la producción progresa sin sacudidas.

20 El empalme de las chapas en las líneas en continuo puede realizarse de diversas maneras, a saber por efecto Joule (soldadura por resistencia), soldadura por forjado-chispa o soldadura láser.

25 La soldadura por resistencia, descrita en particular en el documento EP 1 484 130 es uno de los procedimientos actualmente más habituales, remontándose sus principios a los años 50. Según este procedimiento, después de haber sido cizallados, los extremos de las dos chapas son ligeramente superpuestos, aplastados entre unos rodillos de aplanado y después soldados por efecto Joule, bajo el efecto de una corriente intensa que pasa entre dos rodillos de soldadura que les son aplicados a ambos lados. La línea de soldadura es a continuación calibrada por el paso sobre unos rodillos de aplanado.

30 La evolución de las clases de aceros plantea problemas en las soldaduras por resistencia y forjado-chispa. En efecto, es posible soldar la mayor parte de las chapas, pero en ciertos casos, la calidad de la soldadura no siempre es suficiente para la cadencia de paso de la banda y subsiste un riesgo de arrancado, incidente no solamente peligroso sino también extremadamente costoso puesto que provoca necesariamente una parada de producción.

35 El sistema de soldadura por láser por su parte, es industrialmente operativo desde hace aproximadamente una decena de años. La ventaja del láser con respecto a los otros procedimientos de soldadura es que permite prácticamente la soldadura de todos los tipos de acero.

40 Sin embargo, es preciso saber que la compra de una máquina láser necesita una gran inversión (entre 4 y 5 millones de euros), un largo plazo de fabricación (de 12 a 15 meses), una nueva búsqueda de parámetros de soldadura para los materiales a soldar, una formación del personal y un largo periodo de rodadura del nuevo equipo.

45 El documento EP 1 157 753 describe un procedimiento de soldadura láser en el que las chapas son precalentadas por inducción a alta frecuencia de manera que se provoque un recocido. Dicho procedimiento hace evidentemente la concepción de las máquinas de soldadura láser aún más compleja. Por otra parte, el calentamiento por inducción requiere a su vez una energía considerable, ampliamente superior a la energía necesaria para la soldadura propiamente dicha. Se observará también que la energía necesaria crece en gran manera con algunos aceros muy aleados, en particular los aceros al manganeso, en razón de sus mediocres propiedades magnéticas.

50 Se han realizado ya unas tentativas, pero en otro campo, para combinar las ventajas de los procedimientos de soldadura por láser y por efecto Joule. Se conoce a partir del documento EP 1 629 927 un procedimiento de soldadura híbrido utilizado en el campo de la carrocería automóvil, que se limita a yuxtaponer el paso de un rayo láser a una soldadura clásica por efecto Joule, de manera que evite los problemas que resultan en particular del estado de superficie de las partes de carrocería a soldar, las cuales, en el momento de la soldadura, han sufrido ya toda una serie de operaciones de conformado. Se trabaja en este caso a unas velocidades, y unos niveles de energía que no son nada comparables con los impuestos por las cadencias de producción en el campo de la producción de chapas. Por último, se observará que la soldadura láser, complementaria, tiene sobre todo por objetivo estanqueizar las piezas de carrocería producidas.

60 El documento EP 1 157 773 -considerado como el estado de la técnica más próximo- describe un procedimiento clásico de soldadura de chapas en el que los extremos de las chapas son aplastados previamente por unos rodillos de aplanado antes de ser superpuestos y soldados por efecto Joule.

65 El documento JP 03 060 874 describe un dispositivo en el que los extremos de las chapas, superpuestos, son aplastados por unos rodillos de aplanado y después calentados por láser.

El documento EP 1 734 728 describe un dispositivo de soldadura de chapas desplazable perpendicularmente a las chapas a soldar, provisto de láser de corte y de soldadura y de rodillos de aplanado.

5 **Sumario de la invención**

Un objeto de la invención es la puesta a punto de máquinas de soldadura 100% híbridas, que permiten a la vez la soldadura por efecto Joule y la soldadura láser.

10 Otro objeto de la invención es la puesta a punto de un procedimiento de soldadura que permite la soldadura entre sí de calidades de chapas muy diferentes con una inversión reducida.

Otro objeto de la invención es la puesta a punto de un procedimiento de soldadura que permite una reconversión fácil de máquinas de soldadura por efecto Joule.

15 Otro objetivo de la invención es reducir el perjuicio técnico provocado por la parada prolongada de máquinas de soldadura.

Otro objetivo de la invención es reducir las averías.

20 Un primer objeto de la invención es un procedimiento híbrido de empalme de chapas metálicas por soldadura en una máquina de soldadura que comprende una pinza de entrada, una pinza de salida, unos medios de cizallado, unos rodillos de precalentamiento, que comprende las operaciones siguientes:

- 25 - tomar los extremos de dos chapas a soldar respectivamente entre una pinza de entrada y una pinza de salida;
- cizallar estos extremos;
- 30 - aproximar las pinzas de tal forma que los extremos cizallados de las chapas entren en contacto uno con el otro según una línea de unión;
- comprimir la línea de unión entre dos rodillos conductores;
- 35 - pasar una corriente de precalentamiento entre los rodillos conductores;
- desplazar los rodillos conductores sobre toda la anchura de las chapas a unir;
- emitir, por un cabezal láser, un rayo de luz coherente apto para provocar la fusión de los extremos unidos;
- 40 - posicionar el rayo de luz coherente con respecto a la línea de unión;
- desplazar de manera concomitante los rodillos conductores y el rayo de luz coherente;
- 45 - mantener la línea de unión entre dos rodillos de aplanado.

Una ventaja del procedimiento de la invención es que todos los órganos utilizados, con excepción del cabezal láser, se encuentran en la mayor parte de las máquinas de soldadura por efecto Joule actualmente en el mercado, y que en consecuencia, es posible, al precio de simples cambios de ajustes, utilizar dichas máquinas, alternativamente, o bien como máquinas de soldadura puramente por efecto Joule, o bien como unas máquinas que practican la soldadura híbrida de la invención.

Según una primera forma de realización ventajosa, los rodillos conductores están dispuestos por delante del punto de paso del rayo de luz coherente, de manera que aseguren un precalentamiento de las chapas.

55 Una ventaja de esta forma de proceder es que la potencia necesaria para la soldadura puede ser ampliamente reducida, permitiendo el empleo de una fuente láser menos potente.

60 Según otra forma de realización ventajosa, los rodillos conductores están dispuestos por detrás del punto de paso del rayo de luz coherente de manera que relajen las tensiones inducidas cuando tiene lugar la soldadura. Esta forma de proceder puede ser aplicada a unas chapas que requieren una menor potencia láser, pero permite una ganancia de energía no despreciable puesto que ya no es necesario proceder a un recocido localizado de la soldadura.

65 De manera opcional, los rodillos de aplanado comprimen la chapa en el punto de la soldadura de manera que empujen las fibras del metal en el plano de la junta, evitando cualquier sobreepesor cuando la chapa, después de tratamiento, debe ser arrollada de nuevo.

El rayo de luz coherente es, de forma ventajosa, llevado del cabezal láser a su punto de emisión por unas fibras ópticas. Se observará que los sistemas utilizados en el momento actual, como se ha descrito en particular en el documento EP 1 157 753, utilizan un reenvío del haz de luz coherente a través de un juego de tubos y de espejos, los cuales necesitan un posicionado preciso (y constituyen por tanto una fuente de avería potencial) y, sobre todo, una limpieza impecable. Ahora bien, se sabe que estas máquinas están dispuestas en unas condiciones circundantes extremadamente severas: polvo, humos y proyección de carbonillas son su destino común. El ensuciado progresivo e inevitable de los espejos reduce la potencia disponible y hace por tanto necesarios unas paradas regulares.

5 La fuente láser es, preferentemente, una fuente YAG.

Se destacará que las fuentes YAG están actualmente limitadas en potencia con respecto a las fuentes CO<sub>2</sub>. En el momento actual, las fuentes YAG más potentes son de aproximadamente 8 KW. Esta limitación no constituye en modo alguno un inconveniente en el marco del presente procedimiento, siendo esta potencia ampliamente suficiente debido precisamente a que se utiliza un precalentamiento de las chapas.

Otro objeto de la invención es un dispositivo de conversión de una máquina de soldadura de chapa en continuo por efecto Joule que comprende una pinza de entrada, una pinza de salida, unos medios de cizallado de las chapas, y unos rodillos conductores de corriente de calentamiento. Este dispositivo comprende:

- 20 - una fuente láser;
- una red de fibra óptica que conduce un rayo de luz coherente emitido por la fuente láser a la vertical de una línea de unión de las chapas destinadas a ser soldadas;
- 25 - unos medios de gestión electrónica y mecánicos que permiten el posicionado de las chapas de tal forma que sus extremos sean empalmados;
- unos medios de modulación de la energía disipada en los rodillos, de manera que se mantenga la temperatura de las chapas apretadas entre estos rodillos por debajo de la temperatura de fusión;
- 30 - unos medios de ajuste finos que permiten centrar y descentrar el punto de encuentro entre el rayo de luz coherente y las chapas con respecto a la línea de unión de estas chapas;
- 35 - unos medios de fijación del extremo de la red de fibras ópticas concebidos de manera que coordinen el desplazamiento del punto de emisión del rayo de luz coherente y el desplazamiento de los rodillos.

La fuente láser es preferentemente una fuente YAG, y está, de forma ventajosa, fijada sobre un carro sobre el cual está también fijados los rodillos conductores.

40 De manera preferida, el dispositivo comprende además unos rodillos de aplanado y unos medios de regulación de los rodillos de aplanado que permiten hacer variar la presión ejercida sobre las chapas por estos rodillos de aplanado, permitiendo así reducirla en caso necesario, a una presión de simple sostenimiento.

#### 45 **Breve descripción de las figuras**

Estos aspectos, así como otros aspectos de la invención, se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción detallada de modos de realización particulares de la invención, haciendo referencia a los planos de las figuras, en las que:

50 Las figuras 1 a 8 son unas vistas esquemáticas en alzado, paralelamente al sentido de paso de las chapas, de las diferentes fases de una soldadura por efecto Joule;

Las figuras 9 a 14 son unas vistas esquemáticas en alzado de las diferentes fases de una soldadura por el procedimiento híbrido según la invención.

Las figuras no están dibujadas a escala. Generalmente, elementos semejantes están marcados por referencias semejantes en las figuras.

#### 60 **Descripción detallada de las figuras**

La figura 1 representa la primera etapa de un procedimiento de soldadura clásico, ya se trate de una soldadura por efecto Joule o por láser. El extremo de una chapa saliente 2 es inmovilizado por una pinza de salida 4, mientras que el extremo de la chapa entrante 6 es inmovilizado simultáneamente por la pinza de salida 8. Los dos extremos 2 y 6 son cizallados por accionamiento de una cizalla inferior 10 y de una cizalla superior 12.

Las chapas que presentan desde ahora un borde franco y neto son aproximadas una a la otra por un movimiento de translación de las pinzas 6, 8 (figura 2). La pinza de salida es simultáneamente accionada en pivotamiento (figura 3), de manera que pase a superponer el borde de la chapa 2 por encima del borde de la chapa 6. Las chapas 2, 6 superpuestas son a continuación aplastadas por el paso de dos rodillos de aplanado previo 14, 15 (figura 4), a continuación de lo cual los bordes aplastados son reposicionados (figura 5) antes del paso de dos rodillos conductores 16, 17 (figura 6). Como estos rodillos 16, 17 están conectados a un transformador de soldadura, una corriente intensa atraviesa las chapas en el punto de contacto y, debido a su resistividad, provoca una fusión instantánea. Después del eventual paso de rodillos de aplanado (figura 7) las chapas 2, 6, desde ahora solidarizadas íntimamente son liberadas de las pinzas y recuperan su paso (figura 8).

Las diferentes fases de una soldadura del procedimiento híbrido según la invención se muestran en las figuras 9 a 14.

Aunque el procedimiento sea diferente, se ha adoptado intencionadamente la misma numeración para designar los órganos puestos en acción, para mostrar bien que la misma máquina de base puede ser utilizada en los dos procedimientos.

El cizallado previo de las chapas es idéntico en los dos procedimientos. En consecuencia, la figura 8, idéntica a la figura 1, sólo se considera como recordatorio.

Después del cizallado, los extremos rectificadas de las chapas 2, 6 son llevados borde contra borde por translación de las pinzas 4, 8 (figuras 9 y 10). La línea de unión 18 de las chapas es a continuación apretada entre los rodillos conductores 16, 17 (figura 12). La energía puesta en juego es sin embargo limitada intencionadamente (o bien reduciendo la intensidad de la corriente, o bien acelerando la velocidad de paso de los rodillos) de manera que la temperatura en las chapas quede por debajo de la temperatura requerida para la fusión y que sólo sufran un simple precalentamiento suficiente sin embargo para relajar las tensiones.

Inmediatamente después del paso de los rodillos, un rayo de luz coherente 20 es proyectado hacia la línea de unión 18, (véase la figura 13) que realiza la fusión de las dos chapas 2, 6, después de lo cual las pinzas 4, 8 se abren (figura 14) y las chapas recuperan su marcha, como en un procedimiento clásico.

La aportación de calorías por los rodillos de soldadura mejora en gran manera la calidad de la soldadura láser (precalentamiento de lo que resulta una mejora de las características mecánicas antes de la soldadura y disminución de la potencia láser a utilizar).

También es posible invertir las operaciones representadas en las figuras 12 y 13, cuando se trata de unas chapas que no necesitan una energía de soldadura superior a la que puede ser proporcionada por la fuente láser. En este caso, las posiciones respectivas de los rodillos conductores y de la fuente láser están invertidas. Los rodillos no aseguran ya en este caso una función de precalentamiento, sino que sirven para recocer la chapa en la proximidad en la línea de soldadura, de manera que reduzcan sus tensiones inducidas. Este recocido, muy localizado, permite evitar una etapa suplementaria de recocción, por tanto una ganancia de tiempo y de energía para la producción.

La comparación de las figuras 1 a 8 y 9 a 14 muestra bien que, si se exceptúa el dispositivo emisor de luz coherente, una máquina de base idéntica puede ser utilizada para realizar los dos procedimientos de soldadura.

En consecuencia, es posible, gracias a un "kit" de montaje apropiado (cuyo precio no tiene comparación. Común con una máquina nueva), transformar una soldadora que utiliza el efecto Joule en una máquina híbrida (soldadura por resistencia + soldadura láser).

Es preciso saber que las máquinas de soldadura están dispuestas en la cabeza de las líneas de producción, y que desempeñan por tanto una función capital para asegurar la continuidad de los productos acabados.

Por otra parte, la experiencia muestra que a pesar de sus limitaciones, una máquina de soldadura por resistencia bien mantenida está infinitamente menos sujeta a las averías que una máquina de soldadura láser. Una ventaja enorme sobre la técnica conocida, la máquina transformada en máquina híbrida por la adición del dispositivo de la invención no ocasionará prácticamente nunca paradas de línea, puesto que en el caso de un fallo del sistema láser (hipótesis que es de lejos la más probable), se puede siempre, al precio de un simple cambio de parámetros, hacer funcionar la máquina híbrida sobre su sistema de soldadura por resistencia, siempre operativo.

Es preciso saber que en una fabricación en continuo, una parada de fabricación resultante en particular de la rotura de una chapa (típicamente de 24 horas) provoca unas pérdidas del orden de 500.000 €.

Además, es posible optimizar la producción en función de la naturaleza de las chapas tratadas. La fuente láser será así principalmente utilizada cuando tiene lugar la producción de chapas cuyas aleaciones son difícilmente soldables entre sí. Por el contrario, el sistema de soldadura por resistencia seguirá siendo de aplicación para las demás

aleaciones que no presentan problemas de compatibilidad. Esto significa que todos los parámetros ya adquiridos por el productor siguen siendo perfectamente operativos.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de empalme de chapas metálicas (2, 6) por soldadura en una máquina de soldadura que comprende una pinza de entrada (8), una pinza de salida (4), unos medios de cizallado (10, 12), y unos rodillos conductores (16, 17), que comprende las operaciones siguientes:
- tomar los extremos de dos chapas a soldar (2, 6); respectivamente entre una pinza de entrada (8) y una pinza de salida (4);
- 10 - cizallar estos extremos;
- caracterizado porque comprende las operaciones siguientes :
- 15 - aproximar las pinzas (4, 8) de tal forma que los extremos cizallados de las chapas (2, 6) entren en contacto uno con el otro según una línea de unión (18);
- comprimir la línea de unión (18) entre los dos rodillos conductores (16, 17);
- 20 - pasar una corriente eléctrica entre los rodillos conductores (16, 17) que provoca el calentamiento por efecto Joule de las chapas;
- desplazar los rodillos conductores (16, 17) en toda la anchura de las chapas a unir (2, 6);
- 25 - emitir, por un cabezal láser, un rayo de luz coherente (20) apto para provocar la fusión de los extremos empalmados;
- posicionar el rayo de luz coherente (20) con respecto a la línea de unión (18);
- 30 - desplazar de manera concomitante los rodillos conductores (16, 17) y el rayo de luz coherente (20);
- mantener la línea de unión (18) entre dos rodillos de aplanado (14, 15).
- 35 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los rodillos conductores (16, 17) están dispuestos por delante del punto de paso del rayo de luz coherente (20) y producen un precalentamiento de las chapas.
- 40 3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los rodillos conductores (16, 17) están dispuestos por detrás del punto de paso del rayo de luz coherente (20) de manera que relajen las tensiones inducidas cuando tiene lugar la soldadura.
- 45 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los rodillos de aplanado (14, 15) comprimen las chapas (2, 6) en el punto de la soldadura de manera que empujen las fibras del metal en el plano de la junta.
- 50 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el rayo de luz coherente (20) es llevado del cabezal láser a su punto de emisión por unas fibras ópticas.
- 55 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la fuente láser es una fuente YAG.
- 60 7. Dispositivo de conversión de una máquina de soldadura de chapa en continuo con efecto Joule que comprende una pinza de entrada (8), una pinza de salida (4), unos medios de cizallado de las chapas (10, 12), unos rodillos conductores (16, 17) de corriente de calentamiento, caracterizado porque comprende:
- una fuente láser;
- 55 - una red de fibra óptica que conduce un rayo de luz coherente emitido por la fuente láser en la vertical de una línea de unión (18) de las chapas destinadas a ser soldadas (2, 6);
- 60 - unos medios de gestión electrónica y mecánicos que permiten el posicionado de las chapas (2, 6) de tal manera que sus extremos sean empalmados;
- unos medios de modulación de la potencia eléctrica disipada en los rodillos (16, 17) de manera que mantenga la temperatura de las chapas apretadas entre estos rodillos por debajo de la temperatura de fusión;
- 65 - unos medios de regulación finos que permiten centrar el punto de encuentro entre el rayo de luz coherente (20) y las chapas (2, 6) con respecto a la línea de unión (18) de las chapas (2, 6);

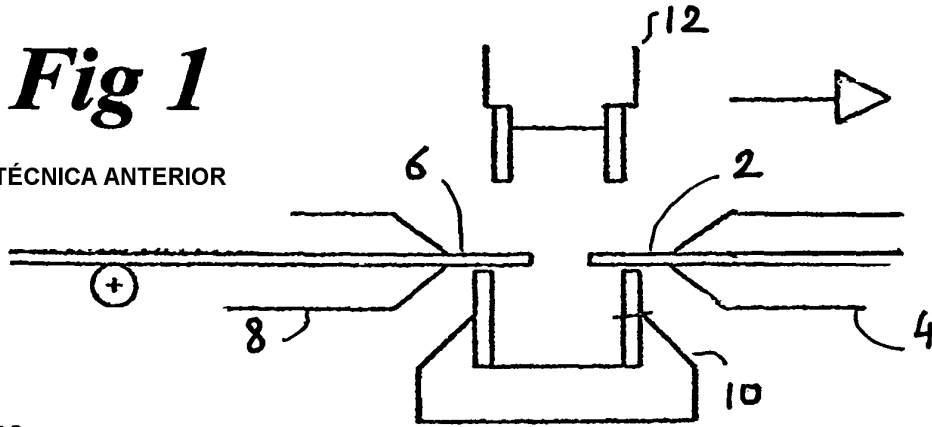
- unos medios de fijación del extremo de la red de fibras ópticas concebidos de manera que coordinen el desplazamiento del punto de emisión del rayo de luz coherente (20) y el desplazamiento de los rodillos (16, 17).

- 5 8. Dispositivo de conversión según la reivindicación 7, caracterizado porque la fuente láser es una fuente YAG.
9. Dispositivo de conversión según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado porque la fuente láser está fijada sobre un carro sobre el cual están también fijados los rodillos conductores (16, 17).
- 10 10. Dispositivo de conversión según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado porque comprende unos rodillos de aplanado (14, 15) y unos medios de regulación de los rodillos de aplanado (14, 15) que permiten hacer variar la presión ejercida sobre las chapas por estos rodillos de aplanado (14, 15).



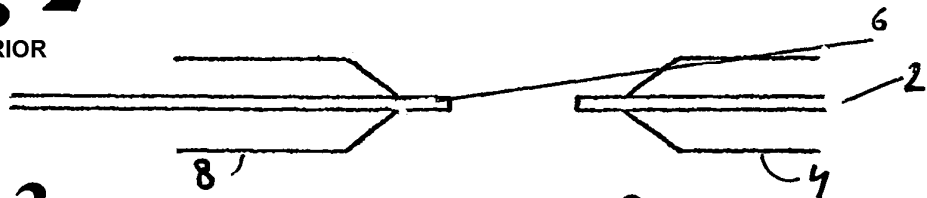
**Fig 1**

TÉCNICA ANTERIOR



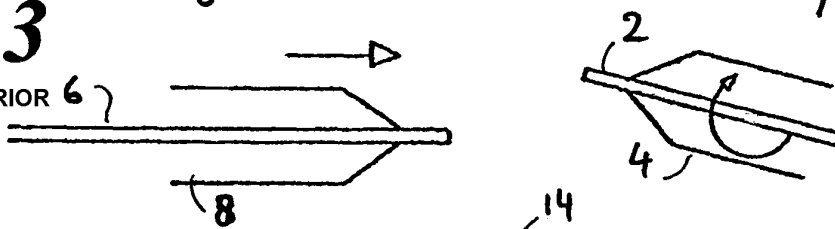
**Fig 2**

TÉCNICA ANTERIOR



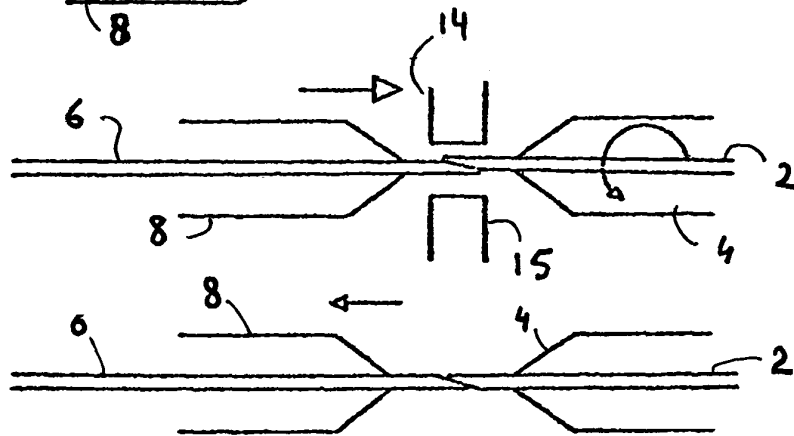
**Fig 3**

TÉCNICA ANTERIOR



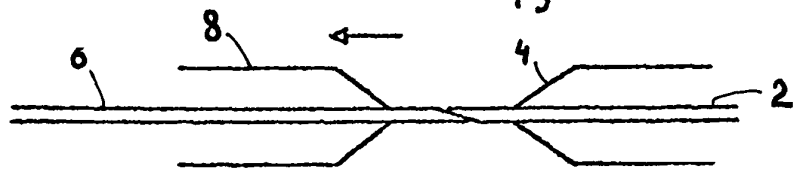
**Fig 4**

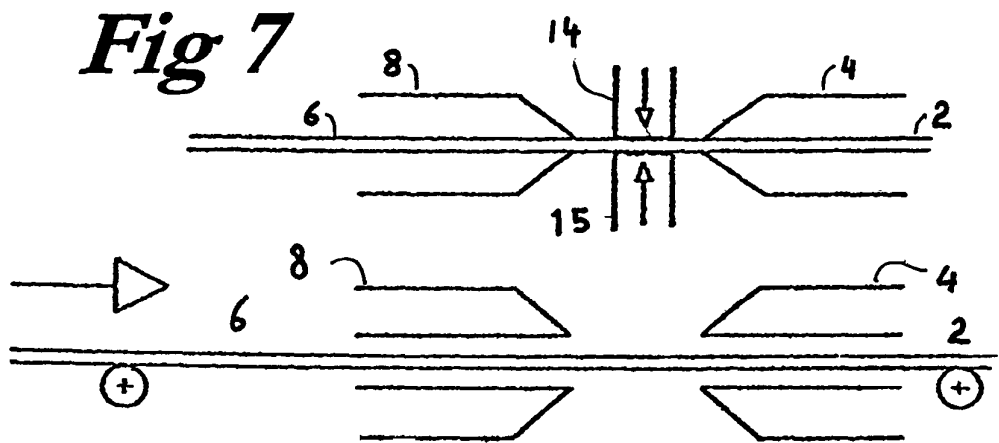
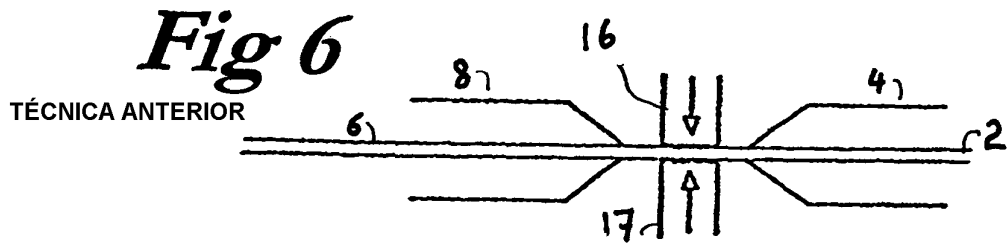
TÉCNICA ANTERIOR



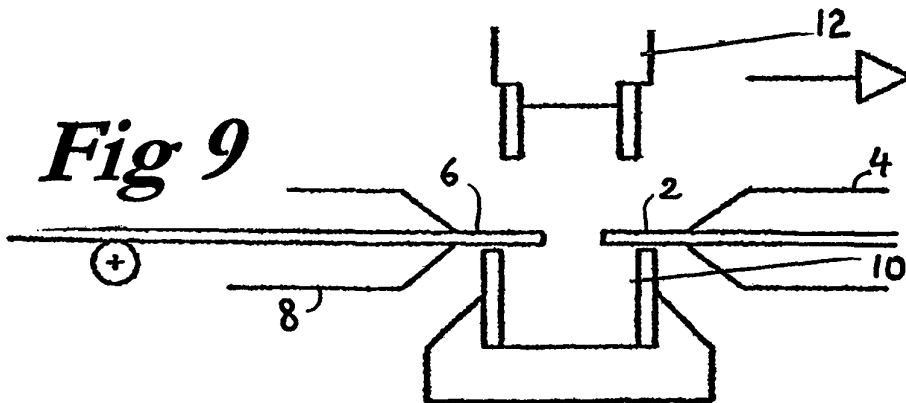
**Fig 5**

TÉCNICA ANTERIOR

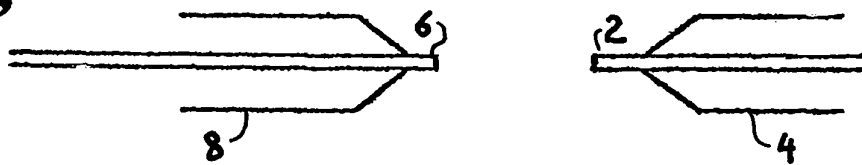




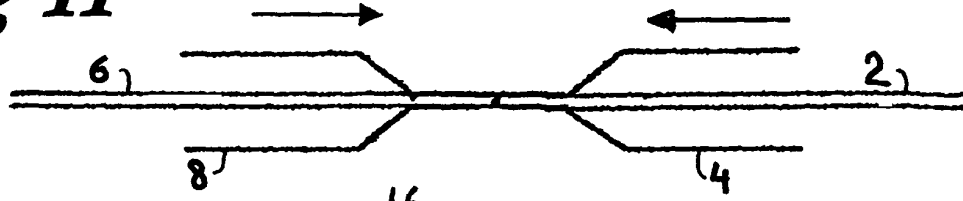
**Fig 8**



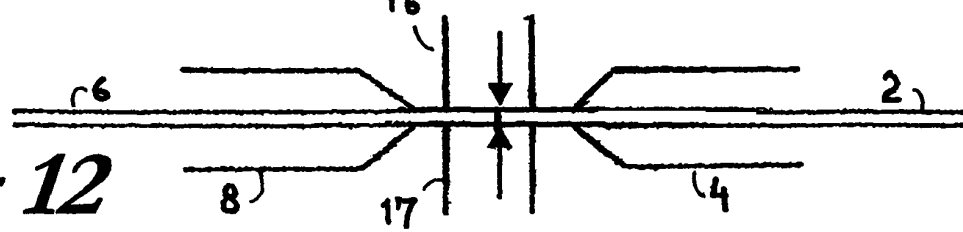
**Fig 10**



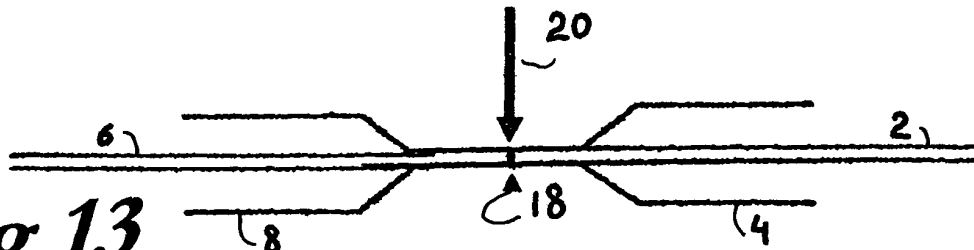
**Fig 11**



**Fig 12**



**Fig 13**



**Fig 14**

