

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 103**

51 Int. Cl.:
B29C 65/82 (2006.01)
G01M 3/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09014253 .0**
96 Fecha de presentación: **14.11.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2322341**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.05.2011**

54 Título: **Método para controlar el estado de fusión durante la formación de una costura de soldadura de un material plástico**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.05.2012

73 Titular/es:
Leister Technologies AG
Galileo-Strasse 10
6056 Kägiswil, CH

72 Inventor/es:
Ott, Simon y
Gubler, Ulrich

74 Agente/Representante:
Isern Jara, Jorge

ES 2 380 103 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

Método para controlar el estado de fusión durante la formación de una costura de soldadura de un material plástico

- 5 La presente invención se refiere a un método para determinar el estado dependiente de la temperatura, sobre todo el estado de fusión y/o la cantidad fundida de un material termoplástico durante la formación de una costura de soldadura de material termoplástico mediante el uso de un aparato de soldar plásticos.

- 10 Para soldar plásticos, las piezas de material termoplástico que deben unirse formando una costura de soldadura se calientan localmente hasta la temperatura de soldadura y luego o al mismo tiempo se aprietan una contra otra. De esta manera las piezas de plástico – por ejemplo tiras, lonas, láminas, piezas de moldeo por inyección o extrusión – se pueden unir firmemente entre sí con sus bordes solapados, adyacentes o ligeramente separados. Dependiendo de la disposición recíproca de las piezas de plástico, la costura de soldadura se realiza con material plastificado de las propias piezas o con aporte de material elástico fundido de tipo termoplástico. Cuando las piezas de plástico están solapadas, sobre todo si son flexibles, las costuras de soldadura se pueden formar de manera muy sencilla - es decir, sin el uso de cordones adicionales plastificados - mediante aparatos de soldar manuales o automáticos.

- 15 Los soldadores automáticos, que realizan el proceso de soldadura de forma totalmente automática, producen unas costuras de soldadura de gran calidad, que unen las piezas de plástico de manera absolutamente compacta y tienen una resistencia mecánica duradera a la tracción y a la compresión. En la mayoría de los casos las piezas de moldeo por inyección o extrusión se juntan mediante aparatos de soldar fijos que funcionan por termoimpresión, vibración, ultrasonidos, radiación infrarroja o láser. Los materiales de plástico planos como tiras, lonas o láminas se extienden y se unen con soldadores automáticos que se desplazan. Se emplean en múltiples formas de ejecución, entre otras cosas, para soldar rollos de plástico impermeabilizantes en obra aérea, subterránea, en la construcción de túneles, vertederos y en obra hidráulica. Se usan especialmente para soldar rollos de plástico solapados, cuyos bordes se funden o plastifican con una cuña de soldar o con aire caliente y a continuación se adhieren entre sí ejerciendo presión con rodillos de apriete y formando una costura de soldadura. Para ello la boquilla de aire caliente o la cuña de soldar, calentada eléctricamente o mediante gas caliente, se dirige entre los rollos adyacentes.

- 20 La colocación y soldadura de rollos impermeabilizantes debe cumplir requisitos cualitativamente elevados, pues los pequeños fallos pueden acarrear costosas consecuencias. Los rollos de plástico impermeabilizantes montados de manera profesional quedan unidos de forma absolutamente estanca a los líquidos, es decir, en la zona de la costura de soldadura no hay ningún canal poroso que pueda ser atravesado por agua debido a la presión hidrostática, a la gravedad y al efecto capilar. Para conseguir resultados óptimos de soldadura se usan generalmente soldadores automáticos modernos, que captan parámetros de soldadura críticos tales como la temperatura de la cuña de soldar, la fuerza de la juntura (fuerza de apriete), el recorrido de la junta y la velocidad de soldadura, y los regulan automáticamente en función de valores de referencia establecidos. Los valores reales aparecen en una pantalla y las desviaciones inadmisibles del valor debido son comunicadas por una señal acústica. Además estos soldadores automáticos van provistos casi siempre de un registro de datos que almacena electrónicamente los parámetros de soldadura a intervalos de tiempo periódicos, por ejemplo cada segundo. Tras la soldadura de la junta, los datos almacenados se pueden leer, representar de forma relacionada, imprimir y analizar. Sin embargo a menudo sucede que estos aparatos solo permiten detectar zonas de variación abrupta del espesor del cordón de soldadura, donde la fuerza de la juntura cambia bruscamente. Luego estas zonas se pueden inspeccionar, valorar y si es preciso reparar.

- 30 Por tanto en muchos casos, para aplicaciones críticas, los rollos impermeabilizantes se sueldan ampliamente a máquina con costuras dobles solapadas, formando un canal de prueba entre ambas costuras paralelas, a fin de que se puedan detectar con seguridad los defectos a lo largo de toda la soldadura, insuflando aire comprimido en dicho canal. La comprobación de zonas defectuosas en tal tipo de costura doble solapada es laboriosa y por consiguiente desventajosa. En las costuras simples solapadas - producidas al igual que las dobles con soldadores automáticos de cuña caliente y control de proceso regulado y documentado – no se puede comprobar en absoluto de manera fiable si existe alguna zona defectuosa; solamente pueden valorarse los datos de proceso almacenados, tal como se ha descrito anteriormente.

- 35 Partiendo del estado técnico anteriormente descrito, la presente invención tiene por objeto proponer la posibilidad de comprobar con seguridad la calidad de una costura de soldadura durante su formación, tanto en caso de costura doble como de costura simple.

- 40 Este objetivo se resuelve según la presente invención con un método de las características de la reivindicación 1. De las reivindicaciones dependientes se desprenden otras formas de ejecución ventajosas.

- 45 La idea fundamental de la presente invención es descubrir los posibles defectos de la costura de una soldadura ya durante su formación, comprobando ininterrumpidamente el estado dependiente de la temperatura en la zona local de la soldadura, en concreto el estado de fusión o cantidad fundida del material termoplástico que se calienta hasta la temperatura de fusión y una vez solidificado forma la costura de soldadura. El término estado dependiente de la temperatura también se refiere a los estados debidos a las variaciones del plástico en función de la temperatura que tienen lugar antes de la verdadera fusión (la que es evidente y permite la soldadura) y por tanto constituyen una fase

previa.

El método de la presente invención para comprobar el estado dependiente de la temperatura, especialmente el estado de fusión y/o la cantidad fundida del material termoplástico al formar una costura de soldadura de material termoplástico, prevé las siguientes etapas de proceso:

primero se calienta el material termoplástico hasta la temperatura de soldadura, por ejemplo para unir dos piezas de plástico en la zona donde debe formarse la costura de soldadura, determinando continuamente la magnitud eléctrica de estado al calentar el material termoplástico para fundirlo y registrándola para la evaluación posterior del estado del material. Para comprobar tridimensionalmente el estado dependiente de la temperatura o el estado de fusión, en particular el grado de plastificación y la cantidad fundida del material termoplástico en la zona de la soldadura, las mediciones se comparan entre sí y/o con valores de referencia o empíricos, con y sin calentamiento. La magnitud de estado determinada de este modo es una medida de la calidad de la costura de soldadura y puede almacenarse o servir para regular el soldador automático. Como último paso, la magnitud de estado se puede comparar con un valor de consigna y/o con dos valores de referencia que disparen una señal de alarma para el operador. Los valores de referencia o empíricos de una magnitud eléctrica de estado del material termoplástico de las piezas pueden determinarse en la zona de la costura de soldadura sin calentar las piezas de plástico y luego almacenarse o, alternativamente, en vez de esta medición previa, se puede recurrir a valores experimentales o a bancos de datos de materiales.

La magnitud eléctrica de estado se determina preferentemente por medición, al igual que por ejemplo en la patente EP1460406, aunque en ésta se efectúa en frío, tras el proceso de soldadura. En este caso la medición se realiza continuamente o a intervalos de tiempo adecuados en la zona donde empieza el calentamiento o la plastificación, de tal modo que la temperatura superficial del material plástico en dicha zona se puede registrar como información adicional. Así puede comprobarse exactamente cuándo se inicia la plastificación del material termoplástico y cuándo se alcanza el estado final de la plastificación. En el estado final, la plastificación y la cantidad fundida del material termoplástico en la zona de la soldadura son las adecuadas para obtener una costura de soldadura de gran calidad que una las piezas termoplásticas de manera firme y compacta.

El resultado de la medición del estado se puede utilizar como magnitud de medición y control: como magnitud de medición se puede dirigir hacia un sistema electrónico de regulación del soldador automático para la señalización acústica y/u óptica en caso de un estado de fusión localmente insuficiente o de una cantidad de plástico fundido demasiado pequeña o demasiado grande para la formación de la costura de soldadura en la zona medida. Como magnitud de control se puede transmitir al sistema electrónico de regulación del soldador automático, al cual ajusta adecuadamente los parámetros de soldadura, por ejemplo la temperatura de la cuña de soldar, la fuerza de junta o la velocidad de soldadura. La magnitud eléctrica de estado del material termoplástico se mide preferiblemente en la zona de la costura de soldadura antes y durante el proceso de soldadura, y se evalúa y se utiliza para ajustar los parámetros de máquina del soldador automático.

En una forma de ejecución preferida de la presente invención se usa la permitividad del material termoplástico como magnitud eléctrica de estado. La permitividad es una magnitud física que indica la permeabilidad de un material para los campos eléctricos. Para la permitividad también se usa la denominación anticuada de constante dieléctrica. Por tanto la permitividad designa una característica material de sustancias polares y apolares eléctricamente aislantes, también llamadas dieléctricos. En estos materiales los portadores de carga eléctrica no pueden moverse en general de manera libre. Al introducirlos en un condensador de placas influyen en su capacidad. Los portadores de carga no libres pueden ser polarizados por un campo eléctrico exterior. De esta manera un condensador de placas con un material dieléctrico como capa intermedia puede almacenar más energía que el mismo condensador con una capa separadora de aire, a igual voltaje aplicado. Es generalmente sabido que los materiales termoplásticos, como todos los plásticos, poseen una gran cantidad de portadores de carga libres polarizables. La permitividad de la mayoría de los materiales termoplásticos depende de la temperatura y por tanto se puede usar como magnitud para determinar el estado de fusión dependiente de la temperatura y con él también la cantidad de material termoplástico fundido durante el proceso de soldadura. La permitividad resultante también permite deducir la temperatura en el interior de un plástico.

Los métodos de medición para la determinación del índice dieléctrico o índice de permitividad son conocidos del especialista y por lo tanto no es necesario detallarlos para la espectroscopia dieléctrica aplicada al proceso descrito anteriormente. En el método de la presente invención la permitividad se determina preferiblemente por medio de un dispositivo condensador, empleando el material plástico como dieléctrico entre los electrodos de dicho dispositivo. Para el dispositivo condensador se puede usar un solo condensador de placas o varios condensadores de placas dispuestos en serie. En el caso de una serie los condensadores de placas pueden colocarse a lo largo de la costura de soldadura y/o perpendicularmente a ella. En el método de la presente invención la permitividad se determina, por ejemplo indirectamente, midiendo la amplitud y el desplazamiento de fase de tensión y corriente durante una carga sinusoidal del condensador de placas. El valor así medido depende de la frecuencia de la corriente alterna y de la temperatura del material plástico entre las placas del condensador. También se puede medir alternadamente o al mismo tiempo con varias frecuencias y comparar adecuadamente entre sí las amplitudes y los desplazamientos de fase a distintas frecuencias. Como alternativa los condensadores de placas también se pueden cargar con pulsos individuales o con una secuencia adecuada de pulsos.

Los electrodos recíprocamente distribuidos del dispositivo condensador pueden estar situados en lados opuestos del material plástico o en un lado del material termoplástico. Si están situados a un lado, se hallan por principio uno junto al otro a cierta distancia; mientras que si están situados en dos lados, se pueden solapar total o parcialmente entre sí o pueden estar desplazados lateralmente uno respecto al otro sin solaparse.

En una variante ventajosa de la presente invención una parte del aparato soldador se emplea como uno de los electrodos y una superficie situada detrás del material termoplástico como el otro electrodo. La superficie puede ser por ejemplo una base, pared o cubierta fijada en la pieza de plástico para cubrirla de modo duradero o una superficie de apoyo que solo se usa para unir las piezas de plástico. En este caso no hace falta usar placas de condensador especiales fijadas al aparato soldador. En cambio se necesitan placas de condensador unidas al aparato soldador que formen al menos un par y se muevan con el aparato a lo largo de la costura de soldadura que se va formando. Cuando hay varios pares de placas de condensador formando una serie de condensadores, la permitividad se puede medir simultánea o sucesivamente en diferentes zonas del material termoplástico. Así, además de la anchura, de la longitud y del espesor de la cantidad de material termoplástico plastificada por calentamiento para la costura de la soldadura y del estado de la cantidad fundida dependiente de la temperatura, también se puede determinar un valor comparativo del material plástico sin calentar ni plastificar mediante varios condensadores.

Se ha demostrado que es ventajoso que el dispositivo condensador empleado para determinar la permitividad del material termoplástico se haga funcionar a distintas frecuencias. El dispositivo condensador indica una permitividad especial para cada frecuencia (amplitud y desplazamiento de fase), que es debidamente evaluada para determinar el estado de la fusión y/o la cantidad fundida.

El uso del método de la presente invención no está limitado solamente a soldadores automáticos, sino que también sirve y es ventajoso para los aparatos de soldar manuales. El nuevo método puede ser útil para cualquier soldadura de piezas termoplásticas formada por una costura de material termoplástico. Se puede usar en todos los procesos conocidos de soldadura de plásticos - por ejemplo de soldadura por cuña de soldar, aire caliente, láser, infrarrojos y ultrasonidos - como ayuda para asegurar su calidad.

Seguidamente la presente invención se ejemplifica detalladamente con unos esquemas generales. De la siguiente descripción, junto con las reivindicaciones y el esquema adjunto, se infieren otras características de la presente invención. Las figuras muestran:

Figura 1 tres posibles dispositivos condensadores (figura 1a hasta 1c) para determinar el estado de la fusión y/o la cantidad fundida del material termoplástico para una costura de soldadura según el método de la presente invención; y
Figura 2 posibilidades de colocación de los dispositivos condensadores de la figura 1 respecto a la costura de soldadura en un aparato soldador empleado para formarla.

Las figuras 1a hasta 1c muestran tres posibles dispositivos condensadores del método de la presente invención, con los cuales se puede determinar el estado de la fusión y/o la cantidad fundida del material termoplástico al formar una costura de soldadura, midiendo la permitividad. Los dispositivos condensadores 1 pueden incluir respectivamente un solo condensador 2 o varios condensadores 2 alineados. Cada condensador 2 comprende un primer electrodo 3 y un segundo electrodo 4, entre los cuales se extiende un campo eléctrico alterno 5 y los electrodos 3, 4 se hallan en la zona de una costura de soldadura 6 de las piezas 7, 7' de material termoplástico representada en la figura 2. Se representa un dispositivo condensador 1 que solo posee un condensador 2. Los electrodos 3, 4 del condensador 2 están conectados a un medidor no representado en el dibujo que puede accionar el condensador 2 con diferentes frecuencias y mide la amplitud y el desplazamiento de fase para determinar la permitividad. Mediante la evaluación continua de los resultados del medidor se puede comprobar si hay suficiente masa de material termoplástico fundido para formar una costura de soldadura firme. La distinción entre material termoplástico plastificado y no plastificado es posible porque las propiedades eléctricas del material termoplástico dependen de la temperatura. Un estado de fusión adecuado y una cantidad definida de fusión son la condición fundamental para una soldadura de gran calidad entre las piezas 7, 7' de material termoplástico.

En las figuras 1a, 1b ambos electrodos 3, 4 están representados como placas de condensador, de modo que en la figura 1a las placas del condensador están opuestas diametralmente entre sí y en la figura 1b se hallan una junto a la otra a pequeña distancia. En la figura 1c el segundo electrodo 4 está formado por una superficie 8 sobre la que descansan las piezas de plástico 7, 7'. La superficie 8 es por ejemplo el terreno sobre el cual se juntan los rollos impermeabilizantes 7, 7' aplicados. Es conveniente que al menos haya un par de electrodos 3, 4 cerca de la zona donde se forma la costura de soldadura. En los dispositivos condensadores 1 representados en las figuras 1a, 1c los electrodos 3, 4 pinzan las piezas de plástico 7, 7' a lo largo de la costura de soldadura, mientras que en el dispositivo condensador 1 mostrado en la figura 1b los electrodos 3, 4 aprietan las piezas de plástico 7, 7' contra la superficie 8.

La figura 2 muestra dos dispositivos condensadores 1 con más de un condensador 2. Según la figura 2a se usan dos condensadores 2, y según la figura 2b cinco condensadores 2, para determinar el estado y la cantidad de fusión local que requiere la formación de la costura de soldadura 6. En la figura 2a ambos condensadores 2 van en la dirección de la soldadura 9, antes y después de un calefactor 10 del aparato soldador de plástico no representado.

Esto permite medir continuamente la diferencia de permitividad a lo largo de la costura durante todo el proceso de soldadura 6. En lugar de un solo condensador 2, en la dirección de la soldadura 9 tras el calefactor 10 se pueden colocar varios condensadores 2 alineados para hacer el seguimiento de la solidificación de la costura de soldadura 6. En la figura 2b los cinco condensadores 2 están colocados en serie, formando una fila perpendicular a la dirección de la soldadura 9. La longitud de la fila es mayor que la anchura de la costura de soldadura 6, de modo que con los dos condensadores 2 externos también se puede medir una diferencia respecto a los otros tres condensadores 2. Con los tres condensadores 2 previstos en la zona de la costura de soldadura 6 se pueden comprobar de manera segura las variaciones de anchura de la costura 6. Dependiendo de la anchura prevista o realizada de la costura de soldadura 6 hay dos hasta tres condensadores 2 interiores de la fila situados directamente frente a la costura de soldadura 6. El número total de condensadores 2 utilizados en la serie puede variarse a voluntad siempre que tenga sentido. Asimismo, en la dirección de la soldadura 9 y antes del calefactor 10 se puede colocar un condensador adicional 2 - tal como en la figura 2a - no representado en la figura 2b.

En el caso de electrodos 3, 4 situados uno frente a otro, la distancia entre ellos también es relevante para determinar el estado y/o la cantidad de fusión de material termoplástico de las piezas 7, 7' cerca del calefactor 10. Además el resultado de la medición depende del espesor de las piezas de plástico 7, 7' y/o de la costura de soldadura 6. Las influencias de la distancia de los electrodos 3, 4 entre sí y del espesor del material de las piezas de plástico 7, 7' se eliminan midiendo las diferencias. Por lo demás, mediante la combinación de un sensor inductivo con el dispositivo condensador 1 o con un sensor Hall separado se puede medir la permitividad independientemente del espesor del material y efectuar la correspondiente corrección.

REIVINDICACIONES

1. Método para determinar el estado dependiente de la temperatura, sobre todo el estado de la fusión y/o la cantidad del material termoplástico fundido al formarse una costura de soldadura (6) de material termoplástico por medio de un aparato soldador de plástico, en el cual el estado dependiente de la temperatura se deduce de una magnitud eléctrica de estado del material plástico.
2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** consta de las siguientes etapas:
 - A Determinación y almacenamiento intermedio de una magnitud eléctrica de estado del material termoplástico en la zona de la costura de soldadura (6) durante el calentamiento para fundir el material plástico que genera la costura de soldadura (6);
 - B Determinación de la variación de la magnitud eléctrica de estado, comparando los valores intermedios almacenados de dicha magnitud entre sí y/o con valores adicionales medidos o empíricos; y
 - C Comparación del resultado de la variación de la magnitud eléctrica de estado con valores de consigna prefijales y/o con valores de referencia predeterminables.
3. Método según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la magnitud eléctrica de estado del material termoplástico en la zona de la costura de soldadura (6) se mide antes y durante el proceso de soldadura, se evalúa y se usa para ajustar los parámetros de máquina del aparato soldador de plástico.
4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** como magnitud eléctrica de estado se usa la permitividad del material termoplástico.
5. Método según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la permitividad se determina mediante un dispositivo condensador (1), de modo que el material plástico se usa como dieléctrico entre los electrodos (3, 4) del dispositivo condensador (1).
6. Método según la reivindicación 5, **caracterizado porque** para el dispositivo condensador (1) se utiliza un condensador de placas (2).
7. Método según la reivindicación 5, **caracterizado porque** para el dispositivo condensador (1) se utiliza una serie de condensadores de placas (2).
8. Método según la reivindicación 5, **caracterizado porque** los electrodos (3, 4) del dispositivo condensador (1) se colocan a los lados del material plástico opuestos entre sí.
9. Método según la reivindicación 8, **caracterizado porque** como electrodos (3, 4) se usan partes del aparato soldador y una superficie situada detrás del material termoplástico.
10. Método según la reivindicación 5, **caracterizado porque** los electrodos (3, 4) están colocados uno junto a otro a un lado del material termoplástico.
11. Método según una de las reivindicaciones anteriores 5 hasta 10, **caracterizado porque** para determinar la permitividad del dispositivo condensador (1) se opera con distintas frecuencias.
12. Método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, para determinar el estado dependiente de la temperatura en la zona de la costura de la soldadura (6) durante el calentamiento, se efectúa una medición adicional de espesor cuyo resultado se toma para calcular la variación de la magnitud de estado.
13. Método según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** antes del calentamiento para fundir el material plástico que produce la costura de la soldadura (6) se determina y almacena la magnitud eléctrica de estado en la zona de la costura de soldadura (6) sin calentar.

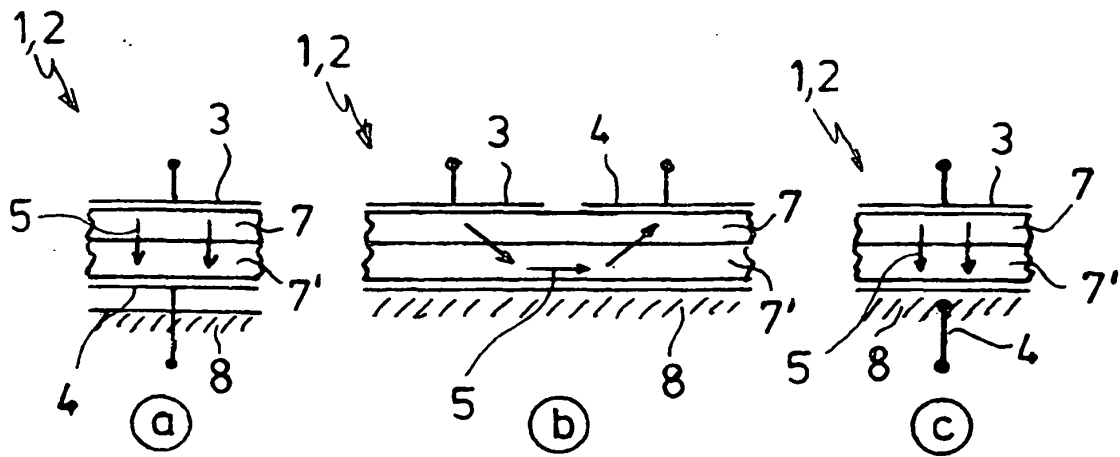


Fig. 1

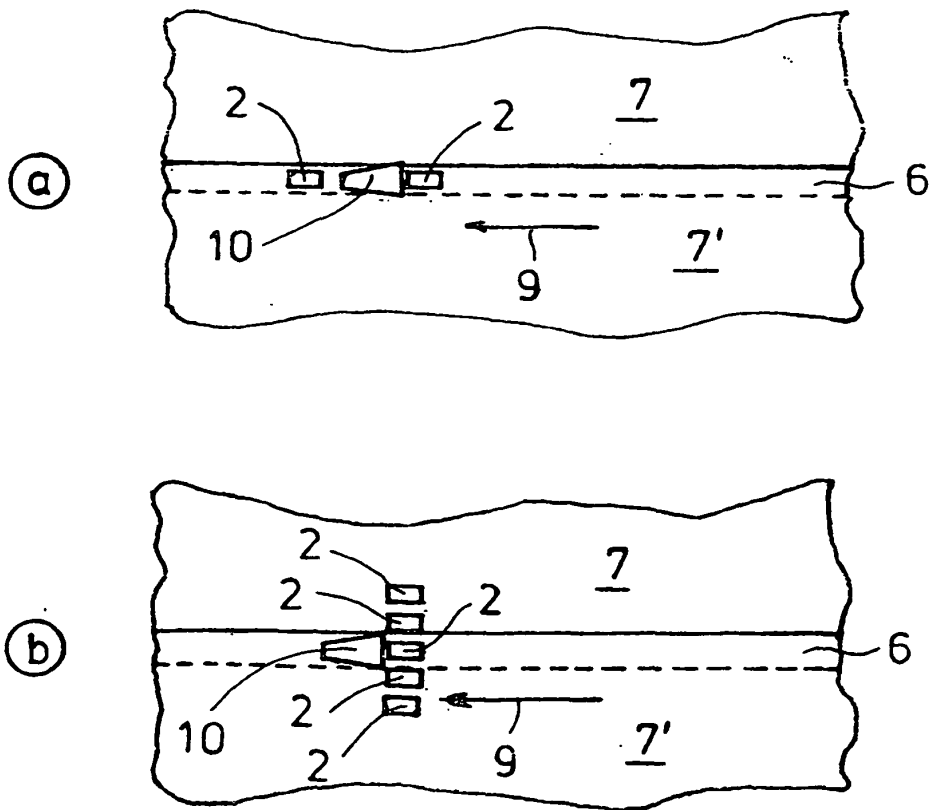


Fig. 2