

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 044**

51 Int. Cl.:

B23K 1/00 (2006.01)

B23K 35/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.05.2013 PCT/EP2013/059290**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.11.2013 WO13164466**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2013 E 13722721 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2844466**

54 Título: **Soldadura sin fundentes de materiales compuestos de aluminio**

30 Prioridad:

04.05.2012 EP 12166843

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

27.12.2016

73 Titular/es:

**HYDRO ALUMINIUM ROLLED PRODUCTS GMBH
(100.0%)
Aluminiumstrasse 1
41515 Grevenbroich, DE**

72 Inventor/es:

**ECKHARD, KATHRIN;
SCHWARZ, JOCHEN;
GÜSSGEN, OLAF;
SICKING, RAIMUND y
JANSSEN, HARTMUT**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 595 044 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

Soldadura sin fundentes de materiales compuestos de aluminio

5 La invención se refiere al uso de un material compuesto de aluminio que está constituido por al menos una aleación de núcleo de aluminio y al menos una capa de soldadura externa, prevista en uno o los dos lados sobre la aleación de núcleo de aluminio, que está constituida por una aleación de soldadura de aluminio, y la capa de soldadura de aluminio presenta una superficie decapada, a un procedimiento para la fabricación de un material compuesto de aluminio en forma de banda, a un procedimiento para el ensamblaje térmico de piezas así como a una construcción soldada.

10 Los materiales compuestos de aluminio, que están constituidos por al menos una aleación de núcleo de aluminio y al menos una capa de soldadura de aluminio dispuesta en uno o los dos lados sobre la aleación de núcleo de aluminio, se usan para la fabricación de construcciones soldadas. Con frecuencia éstas presentan una pluralidad de sitios de soldadura, tal como es esto el caso por ejemplo en intercambiadores de calor. A este respecto se usan para la soldadura de piezas metálicas distintos procedimientos de soldadura. Uno de los procedimientos más frecuentes es el denominado procedimiento de soldadura "*Controlled Atmosphere Brazing*"-(CAB) (soldadura fuerte con atmósfera controlada), en el que las piezas de aluminio se sueldan por regla general usando fundentes y durante el proceso de soldadura están expuestas a una atmósfera controlada de manera precisa, por ejemplo a una atmósfera de nitrógeno. Otros procedimientos de ensamblaje térmico usan igualmente fundentes y ablandan la soldadura de aluminio igualmente en presencia de un gas protector. El uso de fundentes corrosivos o no corrosivos alberga sin embargo inconvenientes, por ejemplo elevados costes de instalación y problemas técnicos con la interacción de restos del fundente con por ejemplo adiciones de medio de refrigeración en un intercambiador de calor. Además es problemático el uso de productos químicos también en relación a la evitación de cargas medioambientales. El segundo procedimiento, que se usa con frecuencia, es la soldadura a vacío, en la que las piezas que van a soldarse se sueldan en una atmósfera con presión muy baja, por ejemplo aproximadamente una vez 10^{-5} mbar o menos. La soldadura a vacío puede realizarse sin fundentes, añadiéndose sin embargo a la soldadura de aluminio con frecuencia una determinada proporción de magnesio para obtener un mejor resultado de soldadura. Por la solicitud de patente internacional WO 2010/000666 A1 se conoce además un procedimiento para la soldadura sin fundentes con el procedimiento de soldadura CAB, en el que la capa de soldadura de aluminio está constituida por una primera capa de soldadura de aluminio y una segunda capa de soldadura de aluminio. La segunda capa de soldadura de aluminio está constituida por una aleación de aluminio Al-Si, que además del 5 % en peso - 20 % en peso de silicio contiene también del 0,01 % en peso - 3 % en peso de magnesio. Por el contrario, la primera capa de soldadura de aluminio contiene del 2 - 14 % en peso de silicio y menos del 0,4 % en peso de magnesio. La estructura de dos capas de la capa de soldadura de aluminio es sin embargo desventajosa en el sentido de que durante la fabricación de la capa de soldadura de aluminio de dos capas se producen costes más altos.

25 Por las publicaciones japonesas JP 04-1000696, JP 04-100674 así como la JP 05-154693 se conoce el uso de un material compuesto de aluminio decapado de manera alcalina en un procedimiento de soldadura a vacío o con fundentes en un procedimiento de soldadura CAB.

Partiendo de este estado de la técnica, la presente invención se basa en el objetivo de proponer un procedimiento de ensamblaje término sencillo usando un material compuesto de aluminio.

45 El documento US 2007/0204935 A1 se refiere a un procedimiento para la soldadura sin fundentes de productos de aleación de aluminio, tratándose previamente la superficie de los productos por medio de un tratamiento de inmersión alcalino y la generación de una capa de conversión.

50 El objetivo expuesto anteriormente se consigue de acuerdo con una primera enseñanza de la presente invención mediante un uso de un material compuesto de aluminio con capa de soldadura de aluminio decapada debido a que el material compuesto de aluminio se usa en un procedimiento de ensamblaje térmico sin fundentes y el procedimiento de ensamblaje tiene lugar en presencia de un gas protector.

55 Se ha mostrado que tras un decapado alcalino de la superficie de la capa de soldadura de aluminio pueden modificarse drásticamente las propiedades del material compuesto de aluminio en un procedimiento de ensamblaje térmico, en particular procedimiento de soldadura, en presencia de un gas protector. Por procedimientos de ensamblaje térmico se entiende procedimientos que calientan la soldadura de aluminio, de modo que se produzca una unión de ensamblaje por adherencia de material con el componente de unión. Habitualmente se realiza el ensamblaje térmico con presencia de un gas protector, por ejemplo de un gas inerte. A este respecto se entiende por "presencia de un gas protector" que al menos en la zona del cordón de ensamblaje térmico se desplace al menos parcialmente oxígeno por el gas protector, de modo que en la fusión de la soldadura de aluminio se impida o se reduzca fuertemente la formación de óxido de aluminio. Hasta ahora se habían conseguido buenos resultados de ensamblaje con gas protector en la estructura de capa de soldadura sencilla solo usando fundentes. Con el uso de acuerdo con la invención se consiguen éstos sin embargo también sin fundentes.

65

En el resultado no quedan en la pieza restos de fundentes, lo que por un lado ahorra etapas de purificación adicionales y por otro lado ofrece ventajas con respecto a la estabilidad frente a la corrosión de las piezas ensambladas. En caso de fundentes no corrosivos resultan las ventajas de la invención en particular debido a que posteriormente por ejemplo zonas del material compuesto soldado que conducen medios no presentan ninguna interacción con restos de fundentes.

El material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención puede usarse también sin el uso de fundentes en el procedimiento de soldadura CAB, tal como han mostrado amplios ensayos de soldadura. El decapado conduce en la superficie de aluminio por un lado a una separación de la capa de óxido de aluminio, que se ha formado durante la fabricación del material compuesto de aluminio. Se forma según esto una nueva capa de óxido natural, que es claramente más delgada que la capa de óxido formada durante el proceso de fabricación del material compuesto de aluminio. Además se consigue mediante el decapado un enriquecimiento de silicio en la superficie y la superficie se dota de un número de concavidades decapadas. Los tres efectos se consideran el motivo para el muy buen comportamiento de soldadura del material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención.

Tal como muestran registros de microscopía electrónica de barrido, pueden quedar al descubierto en caso de decapado intenso también partículas de silicio sobre la capa de soldadura de aluminio, de modo que se produce un fuerte enriquecimiento de silicio directamente en la superficie. Con el uso de acuerdo con la invención del material compuesto de aluminio no se requiere la estructura de capa de soldadura de aluminio compleja, conocida por el estado de la técnica, para permitir una soldadura sin fundentes. Con ello puede facilitarse una unión de soldadura de manera económica.

De acuerdo con otra configuración del uso de acuerdo con la invención del material compuesto de aluminio se ha desengrasado la superficie de la capa de soldadura de aluminio adicionalmente antes o durante el decapado. El desengrasado puede realizarse por ejemplo mediante un recocado. Sin embargo es posible también el uso de un medio de desengrasado. La superficie desengrasada de la capa de soldadura de aluminio del material compuesto de aluminio permite una acción de decapado mejorada y con ello un comportamiento de soldadura mejorado sin fundentes.

Tal como se ha explicado ya anteriormente, la superficie decapada de la capa de soldadura de aluminio presenta partículas de silicio expuestas o al menos parcialmente expuestas. En este caso se producen concentraciones de silicio localmente más altas, que dependiendo de la composición de soldadura pueden conducir a un intervalo de fusión localmente más estrecho. Las partículas de silicio funden con la matriz de aluminio circundante y favorecen en este sentido la fundición del resto de la soldadura de aluminio. Las propiedades de humectación de la soldadura de aluminio son muy complejas y aún no se entienden en detalle. Mediante amplios ensayos pudo determinarse sin embargo que las partículas de silicio al menos parcialmente expuestas pueden mejorar las propiedades de humectación de la soldadura de aluminio.

De acuerdo con otra configuración del uso del material compuesto de aluminio se prevé como aleación de núcleo de aluminio una aleación de aluminio del tipo AA 1xxx, AA 2xxx, AA 3xxx, AA 5xxx o AA 6xxx. La aleación de aluminio de los tipos mencionados presentan por regla general las propiedades mecánicas, que son necesarias para el uso por ejemplo como intercambiador de calor o en otros campos de aplicación para construcciones soldadas. Para intercambiadores de calor se usan de manera especialmente preferente aleaciones de aluminio del tipo AA 3xxx, dado que éstas se alean de manera correspondientemente baja, son económicas y estables frente a la corrosión.

De acuerdo con otra configuración del uso del material compuesto de aluminio, la aleación de soldadura de aluminio presenta la siguiente composición en % en peso:

- 6,5 % ≤ Si ≤ 15 %,
- Fe ≤ 1 %,
- Cu ≤ 0,3 %,
- Mg ≤ 2,0 %,
- Mn ≤ 0,15 %,
- Zn ≤ 0,15 %,
- Ti ≤ 0,30 %,

El resto Al e impurezas inevitables individualmente como máximo del 0,05 %, en total como máximo del 0,15 %.

Como aleaciones de soldadura de aluminio se usan preferentemente por ejemplo las aleaciones de aluminio del tipo AA 4343 o AA 4045 o AA 4047. Todas las aleaciones de soldadura de aluminio, que cumplen la especificación mencionada anteriormente, tienen en común que éstas presentan un punto de fusión más bajo que la aleación de núcleo de aluminio, de modo que con el calentamiento de la pieza que va a soldarse hasta una temperatura por debajo de la temperatura de sólido de la aleación de núcleo se funde o se funde parcialmente la capa de soldadura de aluminio. La aleación de núcleo de aluminio no se funde. Los contenidos de Si de la aleación de soldadura de aluminio se encuentran preferentemente entre el 6,5 % en peso y el 12% en peso.

De acuerdo con otra configuración del uso del material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención se somete el material compuesto antes del decapado a recocido blando, recocido de recuperación o endurecimiento por laminación, para que se garanticen las propiedades mecánicas que se requieren posteriormente en la aplicación.

5 Un material compuesto de aluminio que puede fabricarse de manera rentable a gran escala puede proporcionarse debido a que el material compuesto de aluminio se ha fabricado mediante colada simultánea o revestimiento por laminación. Como alternativa a la colada simultánea o al revestimiento por laminación existe también la posibilidad de aplicar la capa de soldadura de aluminio mediante moldeo por inyección térmica. Los dos procedimientos mencionados en primer lugar son sin embargo aquéllos que se usan industrialmente a gran escala.

10 De acuerdo con una segunda enseñanza de la presente invención se consigue el objetivo mostrado anteriormente mediante un procedimiento para la fabricación de un material compuesto de aluminio en forma de banda que está constituido por al menos una aleación de núcleo de aluminio y al menos una capa de soldadura de aluminio externa, prevista en uno o dos lados sobre la aleación de núcleo de aluminio, en el que mediante revestimiento por laminación o colada simultánea y posterior laminación se fabrica un material compuesto de aluminio en forma de banda, debido a que la capa de soldadura del material compuesto de aluminio se somete a un decapado alcalino. Tal como se ha explicado ya anteriormente, han determinado los inventores sorprendentemente que mediante el decapado alcalino pueden mejorarse claramente las propiedades de soldadura en particular en caso de soldadura sin fundentes, de modo que en caso de soldadura CAB puede prescindirse del uso de un fundente. Si se desengrasa el material compuesto de aluminio antes del decapado o durante el decapado con un medio de desengrasado, conduce esto a una degradación de decapado mejorada y con ello a un resultado de soldadura mejorado. El desengrasado antes del decapado puede realizarse también por ejemplo mediante un recocido. Pueden determinarse resultados de soldadura mejorados con un desengrasado con un medio de desengrasado durante el decapado.

25 A este respecto, un decapado alcalino presenta solución de hidróxido de sodio con una concentración del 0,2 % al 10 % en peso o del 0,2 - 5 % en peso. Se ha mostrado que con las concentraciones mencionadas puede realizarse un decapado suficiente de la superficie de la capa de soldadura de aluminio, de modo que puede proporcionarse de manera sencilla un material compuesto de aluminio para la soldadura sin fundentes. Además contiene el decapante junto a la solución de hidróxido de sodio adicionalmente agentes formadores de complejo orgánicos o inorgánicos, tal como por ejemplo gluconato de sodio o tripolifosfato de sodio, lo que mejora adicionalmente el resultado de soldadura de manera sorprendente.

35 El decapado de la capa de soldadura de aluminio se realiza preferentemente en línea con la última etapa de laminado en frío, de modo que pueda facilitarse un procedimiento de fabricación lo más rentable posible. El material compuesto de aluminio puede someterse a recocido de recuperación o blando sin embargo también antes del decapado en un horno de paso continuo. Con ello puede proporcionarse una bobina, optimizada para la fabricación de intercambiadores de calor, de un material compuesto de aluminio en forma de banda de manera altamente rentable. Sin embargo es concebible también el uso de una etapa de fabricación *coil-to-coil*, entre bobinas, que se realiza independientemente de otras etapas de fabricación.

40 Además puede recocerse el material compuesto de aluminio recién laminado también en un horno de cámaras en forma de bobina y puede alimentarse a continuación al decapado de superficie. También estos procedimientos son favorables económicamente, dado que por ejemplo no se producen altos gastos de inversión para hornos de paso continuo.

45 De acuerdo con otra configuración del procedimiento de acuerdo con la invención contiene el medio de desengrasado al menos del 0,2 % al 15 % en peso, preferentemente del 0,5 - 3 % en peso o del 2 % al 8 % en peso de una mezcla del 5 - 40 % en peso de tripolifosfato de sodio, del 3 - 10 % en peso de gluconato de sodio, del 3 - 8 % en peso de tensioactivos no iónicos y aniónicos, opcionalmente del 0,5 - 70 % en peso de carbonato de sodio, preferentemente del 30 - 70 % en peso de carbonato de sodio. La composición mencionada del medio de desengrasado ha conducido en particular en relación con un decapado alcalino, que contiene preferentemente solución de hidróxido de sodio, a resultados de soldadura muy buenos. El medio de desengrasado mencionado puede aplicarse antes de la aplicación del decapante o junto con el decapante y deja una superficie de la capa de soldadura de aluminio, que puede soldarse muy bien en el procedimiento CAB sin fundentes.

50 Para preparar el material compuesto de aluminio para la aplicación posterior es ventajoso que el material compuesto de aluminio antes del decapado se someta a un recocido blando o de recuperación. En este caso pueden ajustarse las propiedades mecánicas de manera sencilla mediante un proceso de recocido.

60 Preferentemente asciende el tiempo de permanencia de la capa de soldadura de aluminio del material compuesto de aluminio en el decapante a de 1 - 20 s, preferentemente a de 2 - 8 s. Este tiempo de permanencia permite una acción suficiente sobre la superficie de la capa de soldadura de aluminio por el decapante, para enriquecer allí silicio o también para dejar al descubierto partículas de silicio.

65

La reacción del decapante con la capa de soldadura de aluminio puede mejorarse además debido a que la temperatura del decapante asciende a de 65 °C - 80 °C. En particular puede elevarse la velocidad del procedimiento a una temperatura elevada.

- 5 Preferentemente puede realizarse un lavado ácido usando un ácido nítrico o un ácido sulfúrico, de modo que puedan separarse restos de decapante del material compuesto de aluminio en forma de banda.

De acuerdo con otra enseñanza de la presente invención se consigue el objetivo mostrado anteriormente mediante un procedimiento para el ensamblaje térmico de piezas de una aleación de aluminio usando un material compuesto de aluminio que está constituido por al menos una aleación de núcleo de aluminio y al menos una capa de soldadura externa, prevista en uno o los dos lados sobre la aleación de núcleo de aluminio, que está constituida por una aleación de soldadura de aluminio, presentando la capa de soldadura de aluminio una superficie decapada y se ensambla el material compuesto de aluminio en un procedimiento de ensamblaje térmico sin fundentes y el procedimiento de ensamblaje tiene lugar en presencia de un gas protector. Los procedimientos de ensamblaje térmico preferentes son la soldadura con gas protector o por ejemplo el procedimiento de soldadura CAB. Sin embargo son concebibles también otros procedimientos de ensamblaje que requieren un gas protector, tal como por ejemplo la soldadura por láser.

Además, de acuerdo con otra enseñanza de la presente invención, el objetivo mostrado mediante una construcción soldada que comprende al menos dos piezas ensambladas térmicamente, en la que al menos una de las piezas presenta un material compuesto de aluminio con una capa de soldadura de aluminio, la capa de soldadura de aluminio presenta una superficie decapada y está previsto un cordón de ensamblaje térmico generado en presencia de un gas protector sin fundentes entre la primera pieza y la segunda pieza.

De acuerdo con otra configuración de la construcción soldada comprende ésta al menos una chapa o tubo conformado o no conformado que está compuesto de un material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención.

Una construcción soldada de este tipo es de acuerdo con otra configuración por ejemplo un intercambiador de calor. Las ventajas de la construcción soldada se encuentran en que el material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención permite un ensamblaje térmico sin fundentes con presencia de un gas protector, por ejemplo usando el procedimiento de soldadura CAB. Debido a que ya no están presentes residuos de fundentes y al mismo tiempo no debe usarse ninguna soldadura a vacío costosa, puede proporcionarse la pieza soldada con mejor longevidad con costes de fabricación más bajos.

A continuación se explicará la invención en más detalle por medio de ejemplos de realización en relación con el dibujo. En el dibujo muestra:

la figura 1 una representación en perspectiva de una disposición de ensayo de soldadura para la comprobación de la capacidad de soldadura del material compuesto de aluminio,

la figura 2 una vista en corte a lo largo del eje longitudinal de la disposición de ensayo de soldadura de la figura 1,

la figura 3 un resultado de ensayo de soldadura usando un material compuesto de aluminio convencional,

la figura 4a) a c) resultados de ensayo de soldadura para tres ejemplos de realización distintos de un material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención,

la figura 5 un registro de microscopía electrónica de barrido de la superficie del material compuesto de aluminio de la figura 3 antes de la soldadura,

la figura 6a) a c) registros de microscopía electrónica de barrido de la superficie de los ejemplos de realización de la figura 4a) a c) antes de la soldadura y

la figura 7 un ejemplo de realización de una construcción soldada, que presenta el material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención.

Las propiedades de soldadura del material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención se sometieron a prueba usando un procedimiento de soldadura CAB sin fundentes con una disposición de ensayo de soldadura específica, tal como se representa en la figura 1. La disposición de ensayo de soldadura está constituida en total por tres piezas. Una chapa 1, una chapa angular 2 y una chapa de soporte 3 para la chapa angular 2. La chapa angular 2 se encuentra con su extremo cerrado 2a sobre la chapa de soporte 3 dispuesta sobre la chapa 1. Los dos extremos de aristas 2b se encuentran, por el contrario, sobre la chapa 1. Tal como se representa en la figura 2 en una vista en corte, se produce así una hendidura variable desde el punto de soporte de los extremos de aristas 2b de la chapa angular 2 hacia el punto de soporte del extremo cerrado 2a sobre la chapa de soporte 3. Mediante la

hendidura de soldadura que se vuelve más grande existe la posibilidad de evaluar cómo de buenas son las propiedades de soldadura de la chapa 1. Si por ejemplo se llena en gran parte la hendidura que se vuelve más grande 4, puede partirse de un muy buen comportamiento de soldadura con los parámetros de procedimiento específicos.

5 La chapa 1 está constituida en el presente ejemplo de realización por un material compuesto de aluminio con una capa de soldadura de aluminio metalizada por rodillos. Los espesores de chapa usados en el ensayo se encontraban entre 0,5 mm y 1 mm. La longitud de la chapa 1 asciende a 70 mm y la anchura a 50 mm. La longitud de las aristas del ángulo 2 asciende en cada caso a 50 mm. La chapa angular 2 tiene un ángulo de abertura de 35 °.
10 La chapa de soporte 3 tiene un espesor de 1 mm, de modo que exista la diferencia de altura desde el extremo cerrado de la chapa angular hacia el extremo de arista de 1 mm. El espesor de la chapa angular 2 asciende a 0,6 mm. La chapa angular 2 no está dotada de una capa de soldadura de aluminio.

15 En la figura 3 se muestra el resultado de soldadura de un material compuesto de aluminio convencional. El material compuesto de aluminio con una capa de núcleo de una aleación de aluminio del tipo AA 3003 presentaba un espesor total de 0,5 mm y estaba metalizado en los dos lados con una soldadura de aluminio AlSi10 (AA 4045). El espesor de capa metalizada ascendía en cada lado al 11,5 % del espesor total. En este sentido se obtuvo como resultado un espesor de capa metalizada de en cada caso aproximadamente 0,0575 mm. La soldadura se realizó tras una fase de calentamiento a una temperatura de 600 °C, manteniéndose la temperatura de soldadura durante 4 minutos. La soldadura se realizó sin fundentes en una atmósfera de nitrógeno. Tal como puede distinguirse a partir de la figura 3, no se mostró tras la soldadura ningún llenado de la hendidura entre la chapa angular y el material compuesto, de modo que no pudo generarse ninguna unión por soldadura. Este resultado no fue sorprendente, dado que debido a la estructura sencilla del material compuesto de aluminio no se esperó una soldadura sin fundentes.

25 A diferencia de esto muestran las figuras 4a) a 4c) los resultados de soldadura usando un material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención con superficie de capa de soldadura de aluminio decapada, en este caso decapada de manera alcalina. El espesor total de los materiales compuestos de aluminio usados ascendía para los ejemplos de realización representados en las figuras 4a) y 4c) a 1 mm con un espesor de capa metalizada en ambos lados del 15 % o 0,15 mm. El ejemplo de realización de la figura 4a) estaba metalizado con una capa de soldadura de aluminio AlSi7,5 y el ejemplo de realización de la figura 4 c) con una capa de soldadura de aluminio AlSi12. Como aleación de núcleo de aluminio se usó una aleación del tipo AA 3003. El ejemplo de realización de la figura 4b) correspondía exactamente al de la figura 3 con la diferencia de que el ejemplo de realización de la figura 4b), como también los ejemplos de realización 4a) y 4c) de acuerdo con la invención, presenta una superficie decapada alcalina.
35

Puede distinguirse de manera impresionante que la capa de soldadura de aluminio en la zona de los puntos de soporte del ángulo de chapa y además a lo largo al menos aproximadamente de 2/3 de las longitudes de arista ha establecido una unión por soldadura. Claramente puede distinguirse que se ha fundido la soldadura de aluminio existente en el material compuesto de aluminio y se ha generado una unión por soldadura con la chapa angular también en zonas con hendidura relativamente grande. Únicamente las zonas con ancho de hendidura extremadamente alto en la proximidad del soporte del extremo cerrado del ángulo de la chapa no se soldaron. Adicionalmente puede distinguirse que con proporción de Si creciente en la capa de soldadura de aluminio se consigue un llenado de la hendidura mejorado. Se muestra que con los materiales compuestos de aluminio de acuerdo con la invención con superficie decapada puede prescindirse del uso de fundentes en el procedimiento de soldadura CAB.
45

Los materiales compuestos de aluminio sometidos a prueba estaban metalizados por rodillos. Sin embargo se esperan resultados idénticos también para materiales compuestos de aluminio generados mediante colada simultánea o moldeo por inyección térmica.
50

En la figura 5 está representado un registro de microscopía electrónica de barrido (REM) de la superficie del ejemplo de realización de un material compuesto de aluminio convencional revestimiento por laminación de la figura 3, antes de que éste se usara para la soldadura. El material compuesto de aluminio representado se ha sometido a un recocido para transferir en blando el material compuesto de aluminio de nuevo en el estado. En la figura 5 puede distinguirse claramente que la superficie es lisa, no presenta partículas de silicio en la superficie y tiene una estructura laminada normal.
55

Las figuras 6a) a 6c) muestran los materiales compuestos de aluminio de las figuras 5a) a 5c) tras el decapado de la superficie en registros REM. Las chapas de las figuras 6a) y 6c) se sometieron a un decapado manual mediante inmersión en el laboratorio, usándose una solución de hidróxido de sodio en una concentración del 1 % en peso con un tiempo de contacto de aproximadamente 3 minutos a 60 °C de temperatura de decapado. El tiempo de decapado largo se seleccionó para conseguir una acción de decapado similar a la que se consigue en la fabricación mediante un procedimiento de moldeo por inyección. Con el decapante se usa simultáneamente un medio de desengrasado en una concentración del 1 % en peso de una mezcla del 5 - 40 % en peso de tripolifosfato de sodio, del 3 - 10 % en peso de gluconato de sodio, 3 - 8 % en peso de tensioactivos no iónicos y aniónicos. Tras el decapado se decapó en un ácido nítrico al 1 %.
60
65

El ejemplo de realización de la figura 6b) procede de una etapa de fabricación *coil-to-coil*, entre bobinas, que contenía simultáneamente etapa de desengrasado y decapado y en la que se aplica por inyección el medio de decapado y de desengrasado. Además del 1,5 % en peso de solución de hidróxido de sodio contenía el medio de desengrasado un 1 % en peso de una mezcla del 5 - 40 % en peso de tripolifosfato de sodio, del 3 - 10 % en peso de gluconato de sodio, del 3 - 8 % en peso de tensioactivos no iónicos y aniónicos. El tiempo de contacto ascendía a de 2 a 8 s a una temperatura de decapado de 75 °C. La figura 6a) muestra en comparación con la figura 5) numerosas partículas de silicio, al menos parcialmente expuestas y además concavidades decapadas sobre la superficie de la capa de soldadura de aluminio. Lo mismo se aplica también para la figura 6b) y la figura 6c), aumentando la ocupación de las superficies con partículas de silicio al menos parcialmente expuestas debido al contenido de silicio más alto de las capas de soldadura de aluminio en comparación con la figura 6a) hasta la figura 6c). Tal como se vuelve evidente en los registros de REM que mediante el decapado se disuelve el aluminio de manera que sobre la superficie quedan las partículas de silicio no solubles en el decapante. Se parte de que el aumento provocado mediante el proceso de decapado de la concentración de silicio en la superficie por ejemplo mediante enriquecimiento hasta la exposición de una pluralidad de partículas de silicio conduce a la clara mejora del comportamiento de soldadura del material compuesto de aluminio. Ventajosamente repercute además que la capa de óxido de aluminio relativamente gruesa existente en la figura 5 sobre la superficie, que se forma mediante las etapas de procedimiento situadas delante, se separa y se sustituye por una capa de óxido de aluminio nueva, muy delgada. A diferencia de la figura 6a) y la figura 6c) muestra la figura 6b) cavidades decapadas menos profundas con un número relativamente alto de partículas de silicio al menos parcialmente expuestas sobre la superficie.

Con el material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención se ha logrado con ello por primera vez fabricar con capas de soldadura de aluminio sencillas y sin el uso de fundentes de manera segura de procedimiento una soldadura en el procedimiento CAB. Una capa de soldadura de aluminio sencilla, por ejemplo de una aleación de aluminio del tipo AlSi12, AlSi10 o AlSi7,5 puede usarse para fabricar construcciones soldadas con el material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención. Por ejemplo puede usarse el material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención ventajosamente en la fabricación de un intercambiador de calor soldado 7, tal como está representado en la figura 7.

Las láminas 5 del intercambiador de calor están constituidas habitualmente por una banda de aleación de aluminio pulida o revestida en los dos lados con una soldadura de aluminio. Las láminas 5 se sueldan arqueadas en forma de meandro en tubos 6, de modo que se requiere una pluralidad de uniones por soldadura. Por tanto puede usarse de manera especialmente ventajosa el material compuesto de aluminio de acuerdo con la invención, dado que los resultados de soldadura especialmente buenos en el procedimiento de soldadura CAB se consiguen también sin fundentes. Los intercambiadores de calor así fabricados tienen en caso del uso del procedimiento de soldadura CAB una vida útil más alta, dado que ya no están presentes residuos de fundentes. En particular, la falta de residuos de fundentes repercute positivamente en el funcionamiento de los intercambiadores de calor.

Esto se aplica lógicamente también para otras construcciones soldadas habitualmente usando fundentes con un material compuesto de aluminio.

REIVINDICACIONES

1. Uso de un material compuesto de aluminio que está constituido por al menos una aleación de núcleo de aluminio y al menos una capa de soldadura externa, prevista en uno o los dos lados sobre la aleación de núcleo de aluminio, que está constituida por una aleación de soldadura de aluminio, presentando la capa de soldadura de aluminio una superficie decapada de manera alcalina, **caracterizado por que** la superficie decapada de la capa de soldadura de aluminio presenta partículas de silicio expuestas o al menos parcialmente expuestas y el material compuesto de aluminio se usa en un procedimiento de ensamblaje térmico, sin fundentes y el procedimiento de ensamblaje se realiza en presencia de un gas protector.
2. Uso según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el material compuesto de aluminio se usa en un procedimiento de soldadura CAB sin fundentes.
3. Uso según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la superficie de la capa de soldadura de aluminio se ha desengrasado adicionalmente antes o durante el decapado.
4. Uso según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** como aleación de núcleo de aluminio está prevista una aleación de aluminio del tipo AA1xxx, AA2xxx, AA3xxx, AA5xxx o AA6xxx.
5. Uso según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la aleación de soldadura de aluminio presenta la siguiente composición en % en peso:
- 6,5 % \leq Si \leq 15 %,
 Fe \leq 1 %,
 Cu \leq 0,3 %,
 Mg \leq 2; 0 %,
 Mn \leq 0,15 %,
 Zn \leq 0,15 %,
 Ti \leq 0,30 %,
- el resto Al e impurezas inevitables individualmente como máximo el 0,05 %, en total como máximo el 0,15 %.
6. Uso según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el material compuesto de aluminio se somete a recocido blando o de recuperación antes del decapado.
7. Uso según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el material compuesto de aluminio se ha fabricado mediante colada simultánea o revestimiento por laminación.
8. Procedimiento para la fabricación de un material compuesto de aluminio en forma de banda, en particular un material compuesto de aluminio según una de las reivindicaciones 1 a 7, que está constituido por al menos una aleación de núcleo de aluminio y al menos una capa de soldadura externa, prevista en uno o los dos lados sobre la aleación de núcleo de aluminio, que está constituida por una aleación de soldadura de aluminio, en el que mediante revestimiento por laminación o colada simultánea y posterior laminación se fabrica un material compuesto de aluminio en forma de banda y la capa de soldadura de aluminio se decapa de manera alcalina, **caracterizado por que** el material compuesto de aluminio se desengrasa antes del decapado o durante el decapado con un medio de desengrasado, el decapante alcalino presenta solución de hidróxido de sodio con una concentración del 0,2 al 10 % en peso o del 0,2 al 5 % en peso y el decapante contiene junto a la solución de hidróxido de sodio adicionalmente agentes formadores de complejo orgánicos o inorgánicos.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el medio de desengrasado contiene al menos del 0,2 al 15 % en peso, del 0,5 al 3 % en peso o del 2 al 8 % en peso de una mezcla compuesta del 5 - 40 % en peso de tripolifosfato de sodio, del 3 - 10 % en peso de gluconato de sodio, del 3 - 8 % en peso de tensioactivos no iónicos y aniónicos, opcionalmente del 0,5 - 70 % en peso de carbonato de sodio, preferentemente del 30 - 70 % en peso de carbonato de sodio.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por que** el tiempo de permanencia de la banda de aleación de aluminio en el decapante asciende a de 1 a 20 s, preferentemente de 2 a 8 s.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado por que** la temperatura del decapante asciende a de 65 °C a 80 °C.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado por que** el lavado ácido se realiza usando un ácido nítrico o un ácido sulfúrico.
13. Procedimiento para el ensamblaje térmico de componentes de una aleación de aluminio usando un material compuesto de aluminio según una de las reivindicaciones 1 a 7 que está constituido por al menos una aleación de

- 5 núcleo de aluminio y al menos una capa de soldadura externa, prevista en uno o los dos lados sobre la aleación de núcleo de aluminio, que está constituida por una aleación de soldadura de aluminio, presentando la capa de soldadura de aluminio una superficie decapada de manera alcalina, la superficie decapada de la capa de soldadura de aluminio presenta partículas de silicio expuestas o al menos parcialmente expuestas y el material compuesto de aluminio se ensambla en un procedimiento de ensamblaje térmico, sin fundentes y el procedimiento de ensamblaje tiene lugar en presencia de un gas protector.
- 10 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado por que** al menos una chapa o un tubo conformados o no conformados se sueldan en un procedimiento de soldadura CAB sin fundentes.
15. Procedimiento según las reivindicaciones 13 o 14, **caracterizado por que** se suelda un intercambiador de calor.

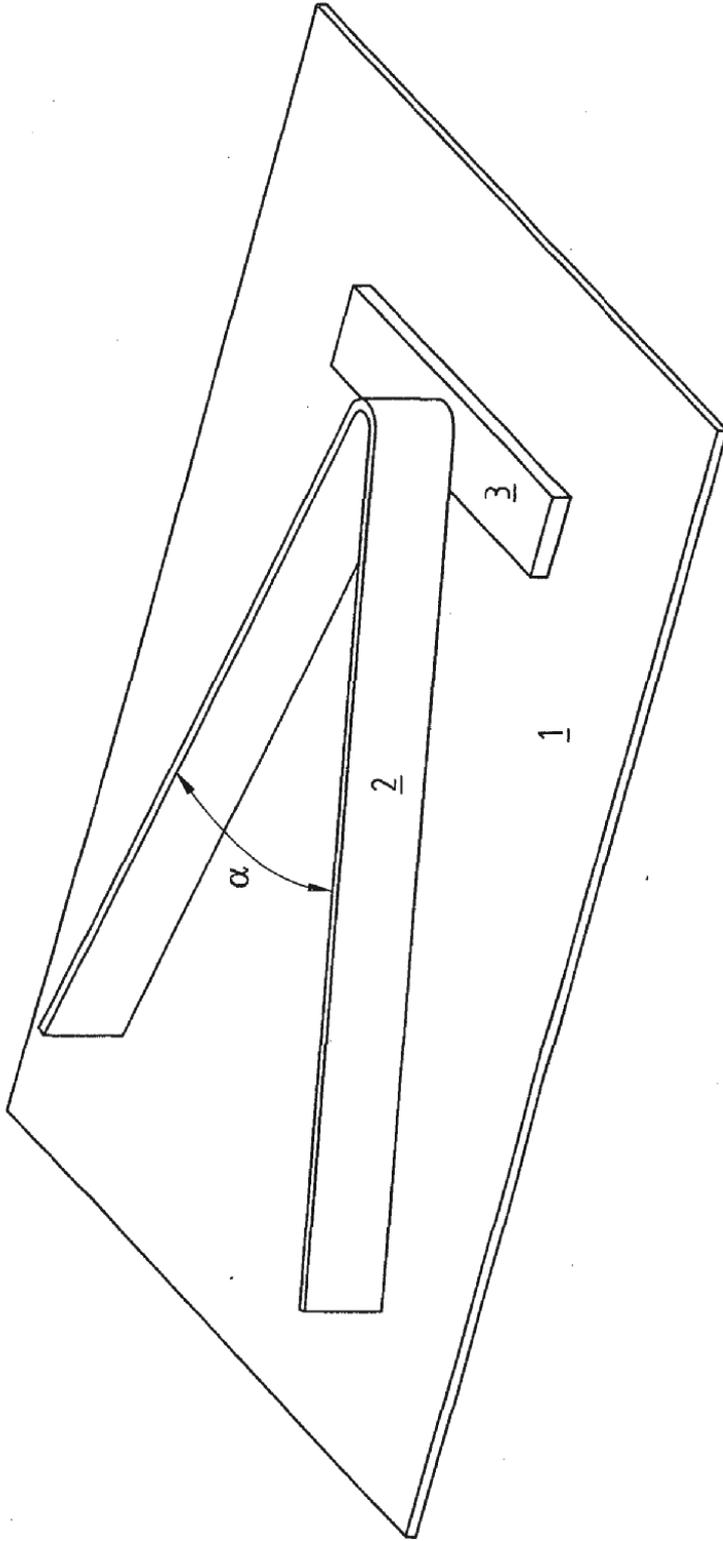


Fig.1

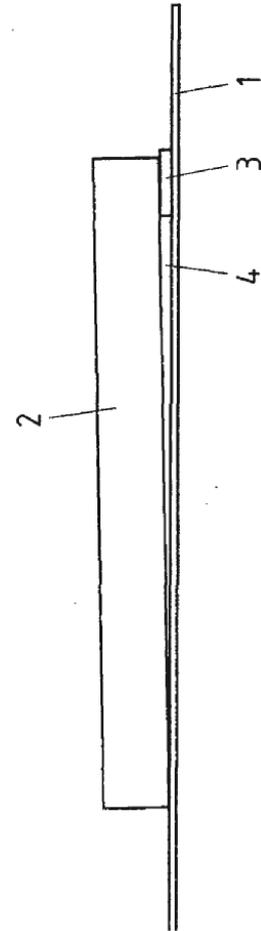


Fig.2

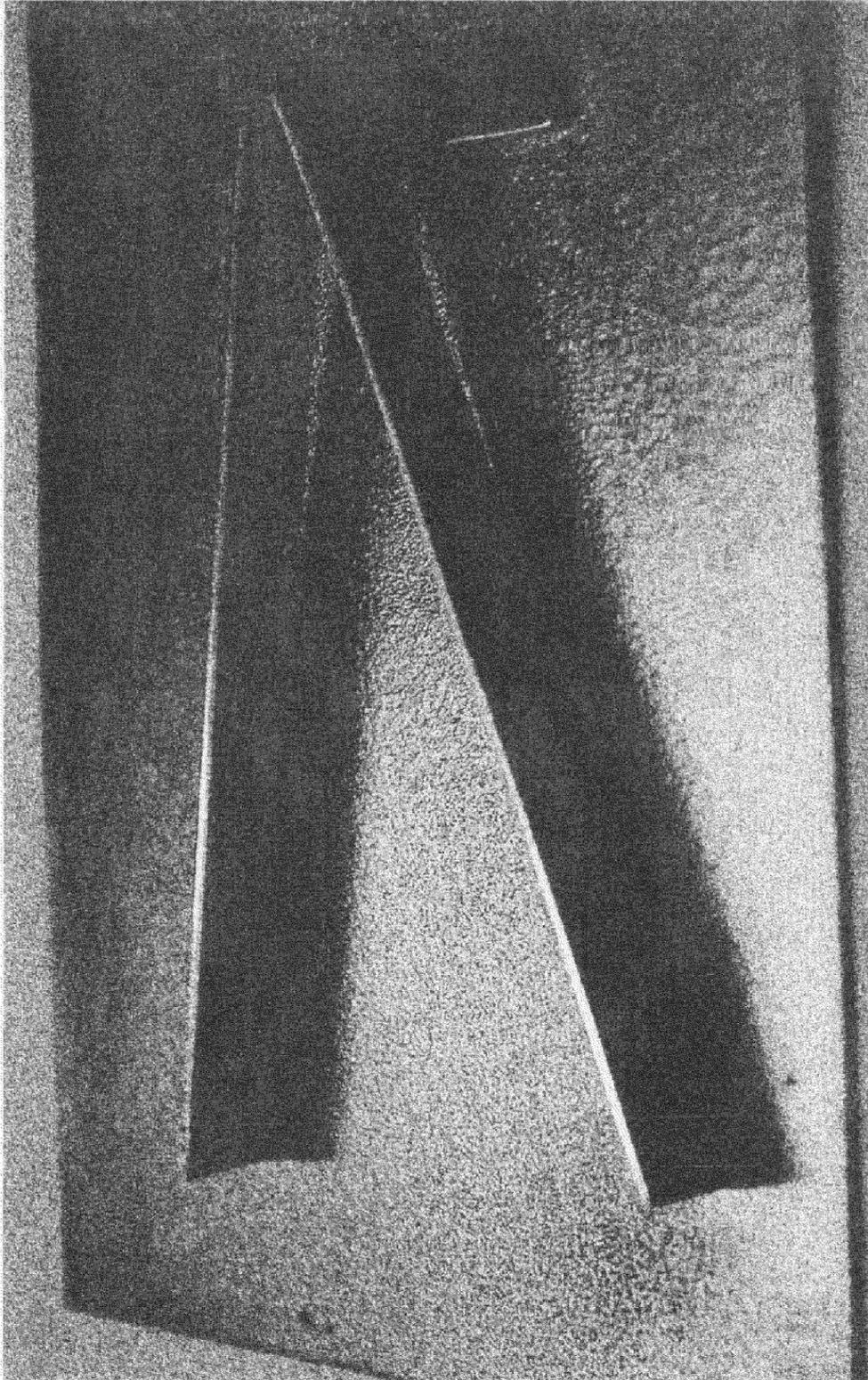


Fig.3

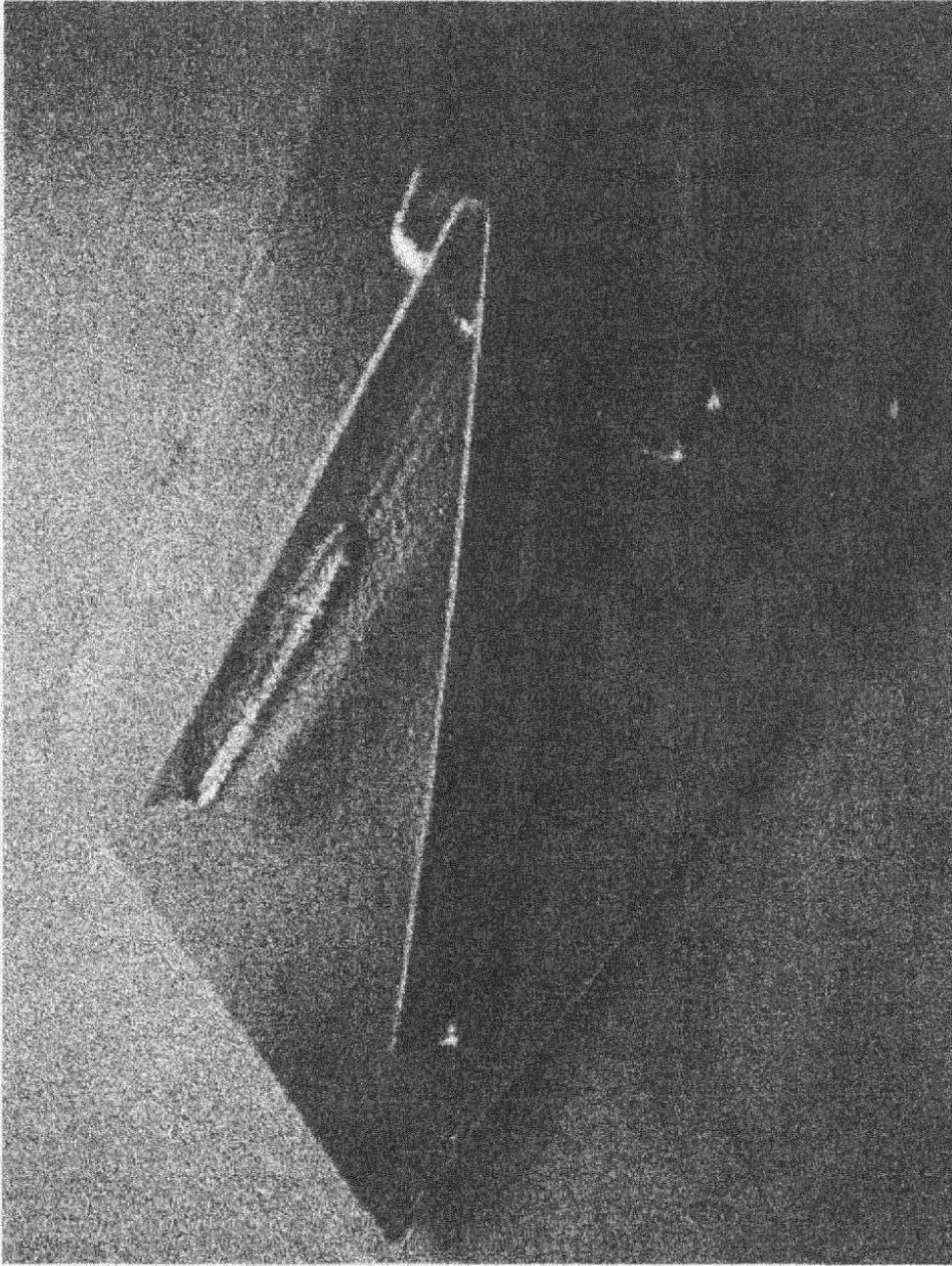


Fig.4a

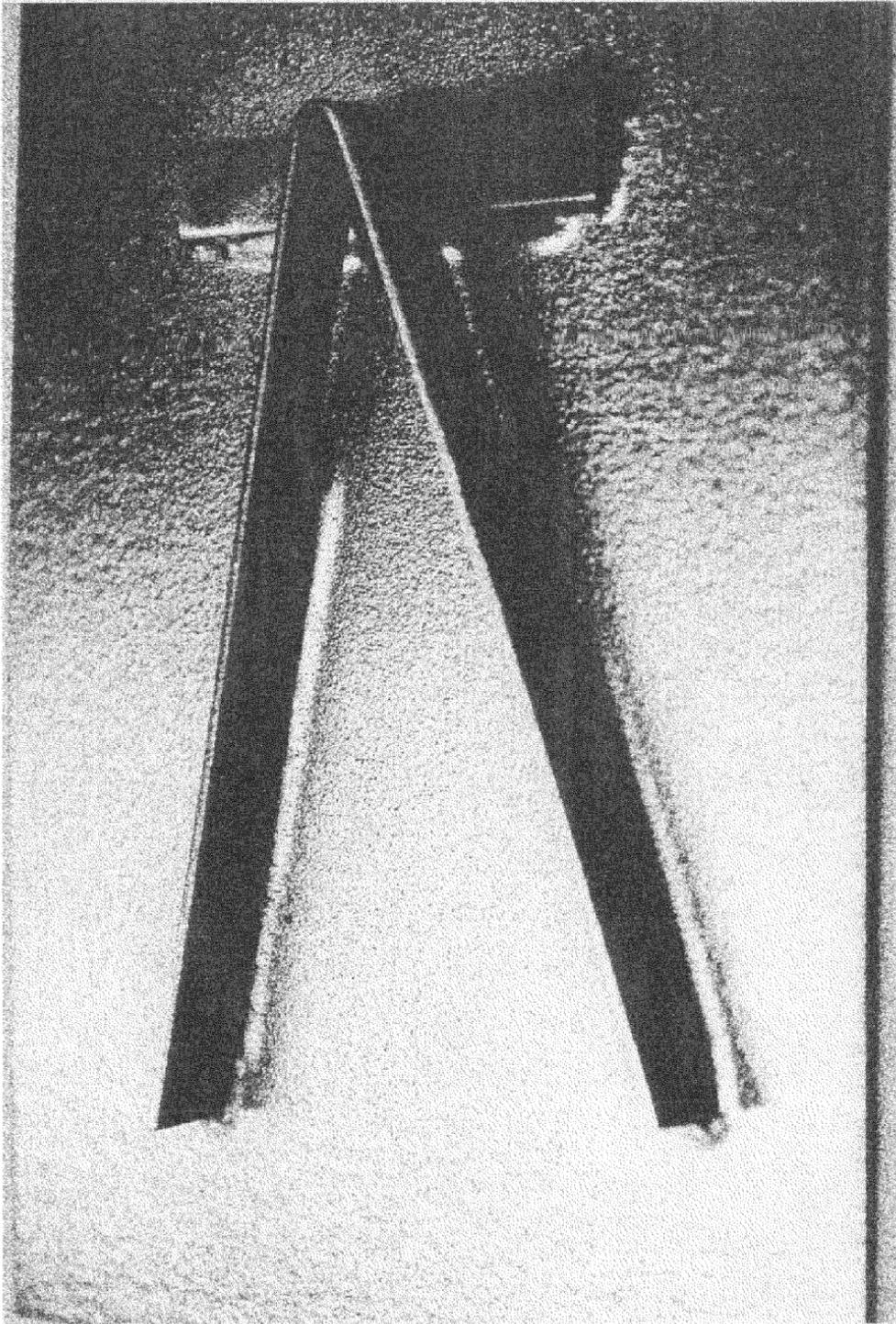


Fig.4b

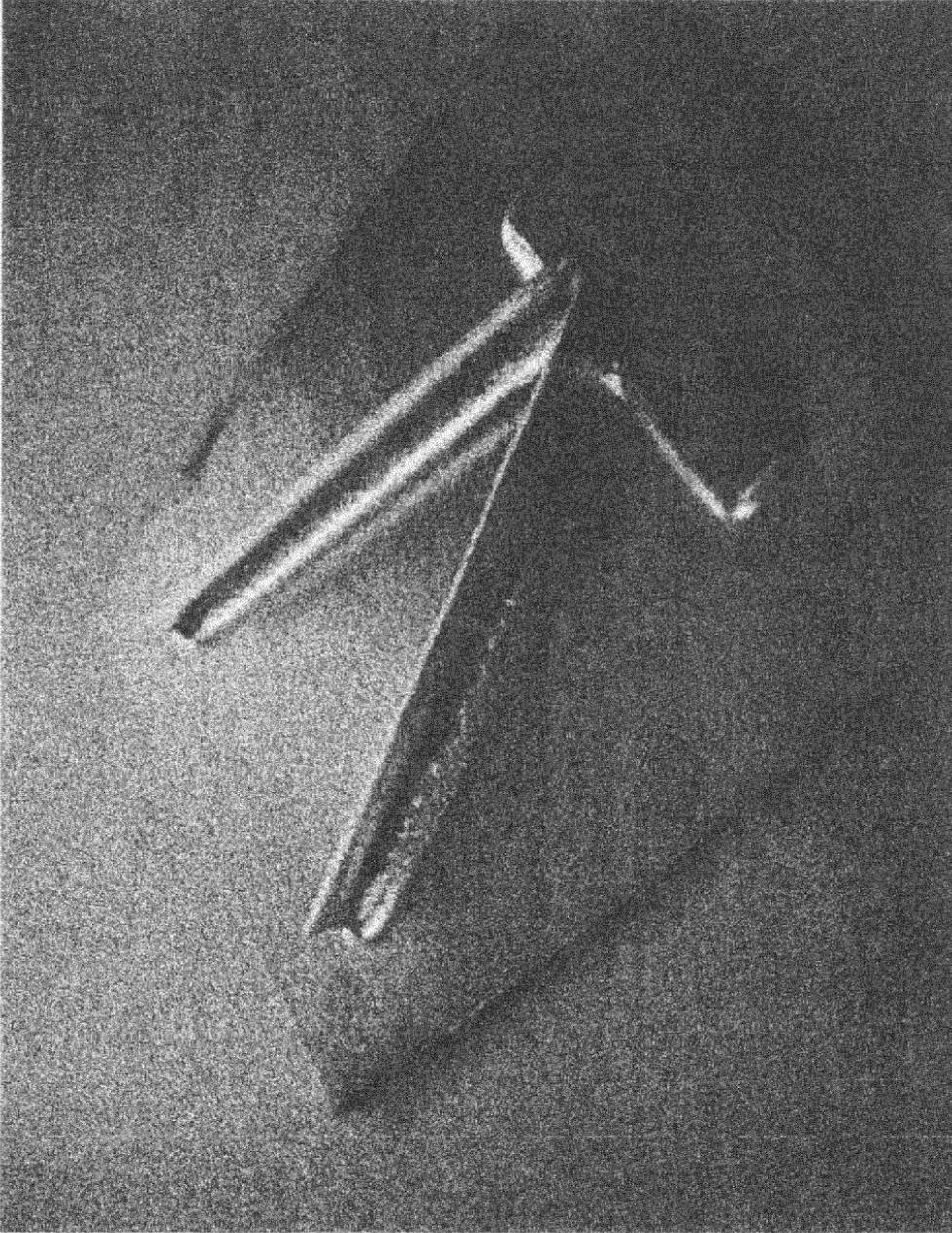
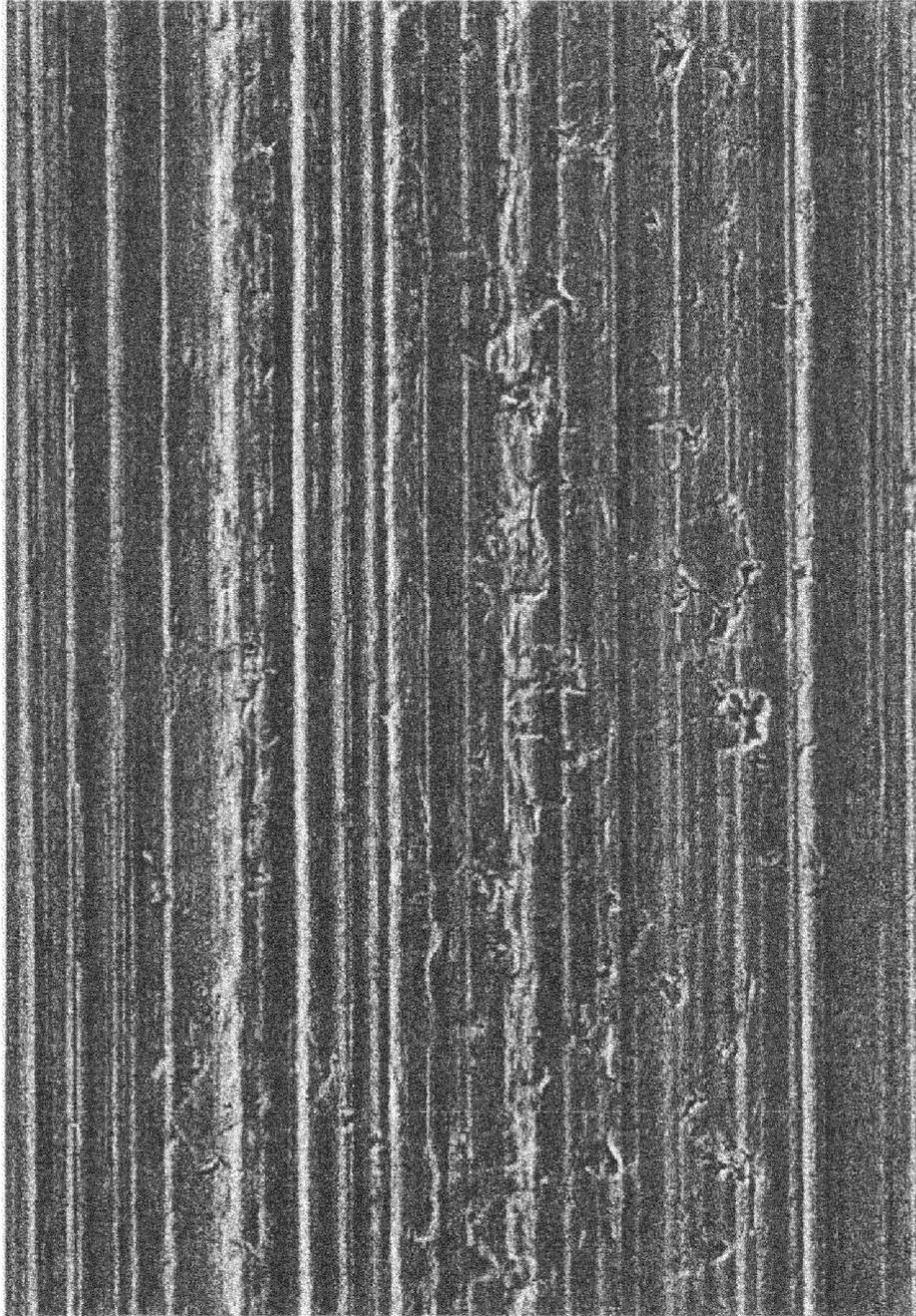
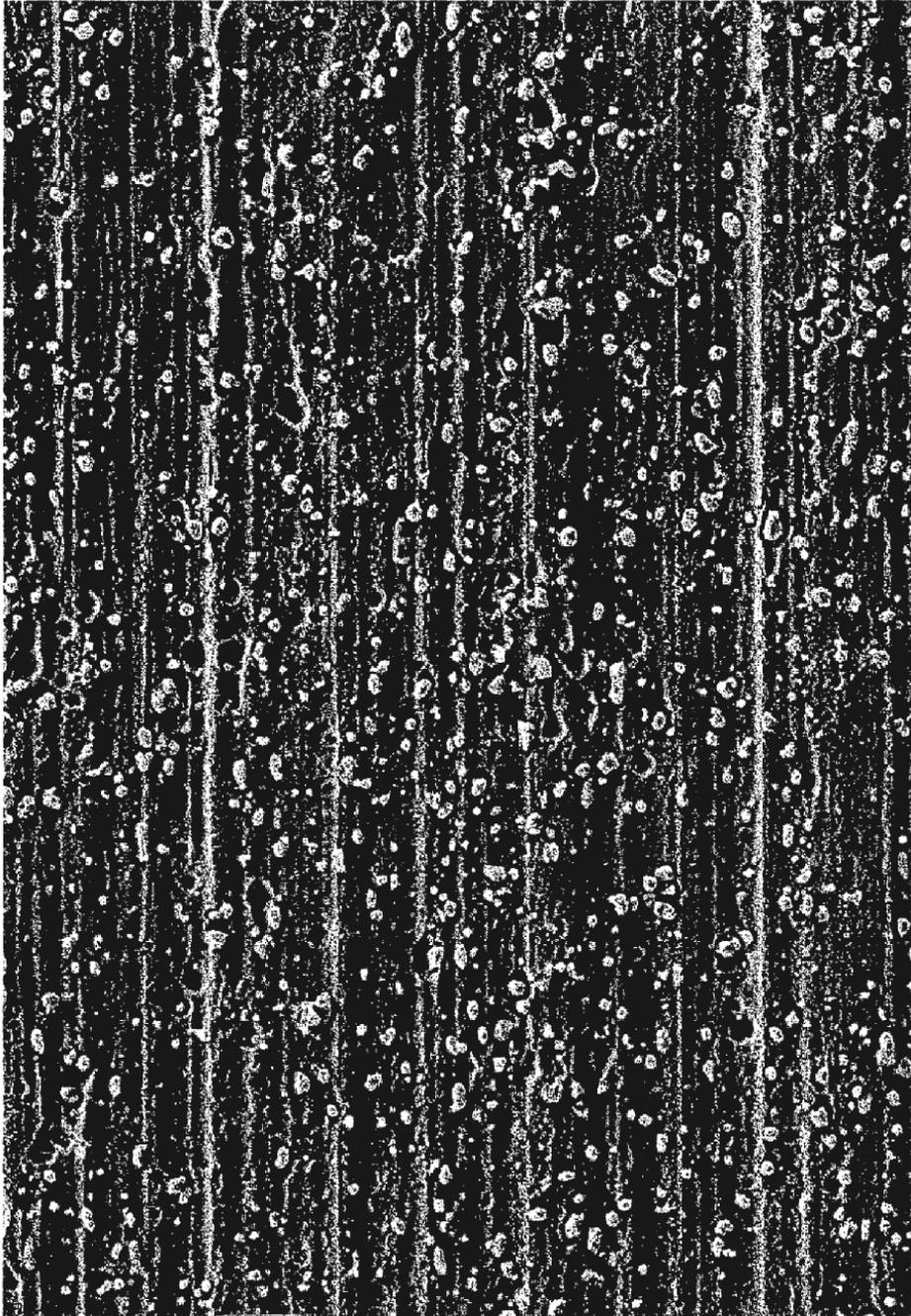


Fig.4c



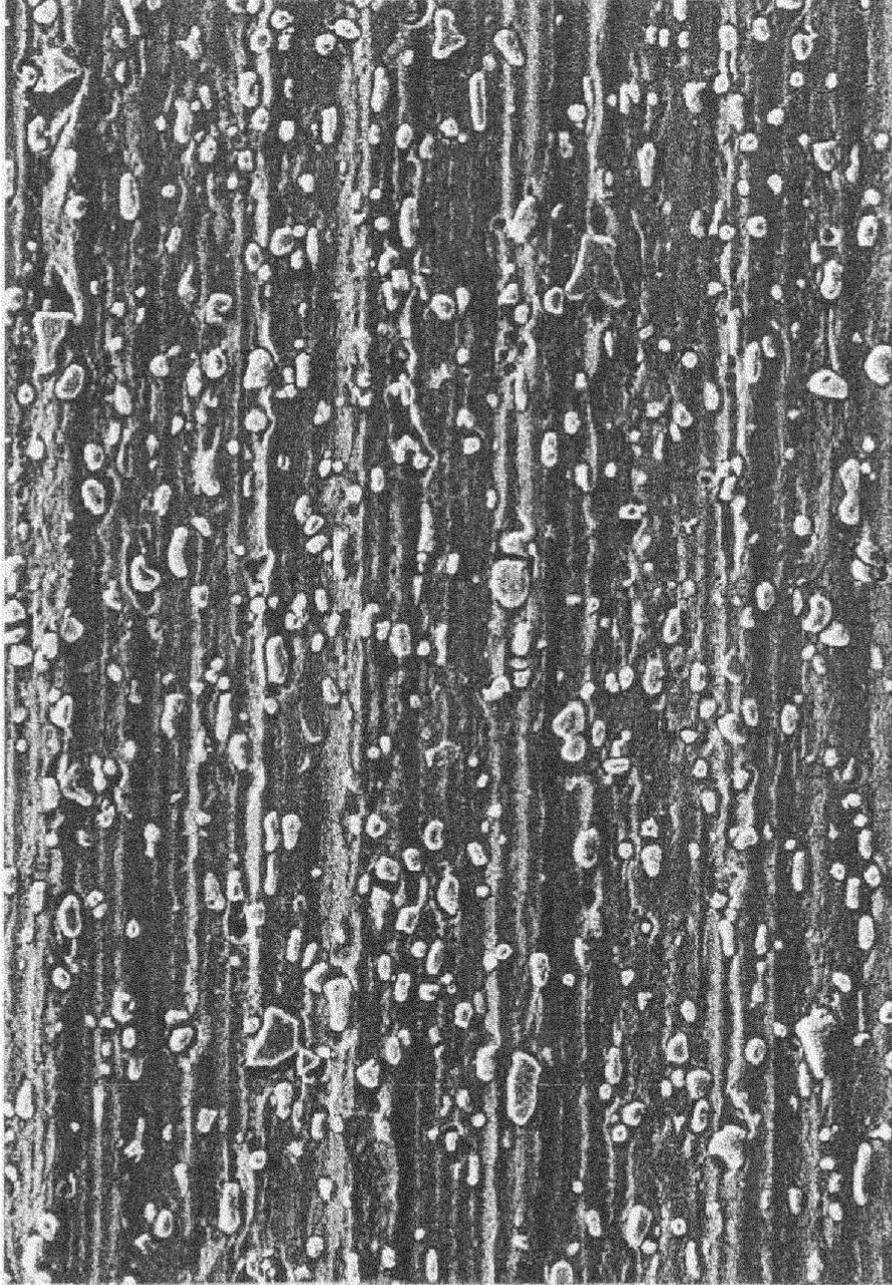
10 μm Mag = 500 X EHT = 10,00 kV Señal A = SE2
Nombre del archivo = 005.tif WD = 8,2 mm

Fig.5



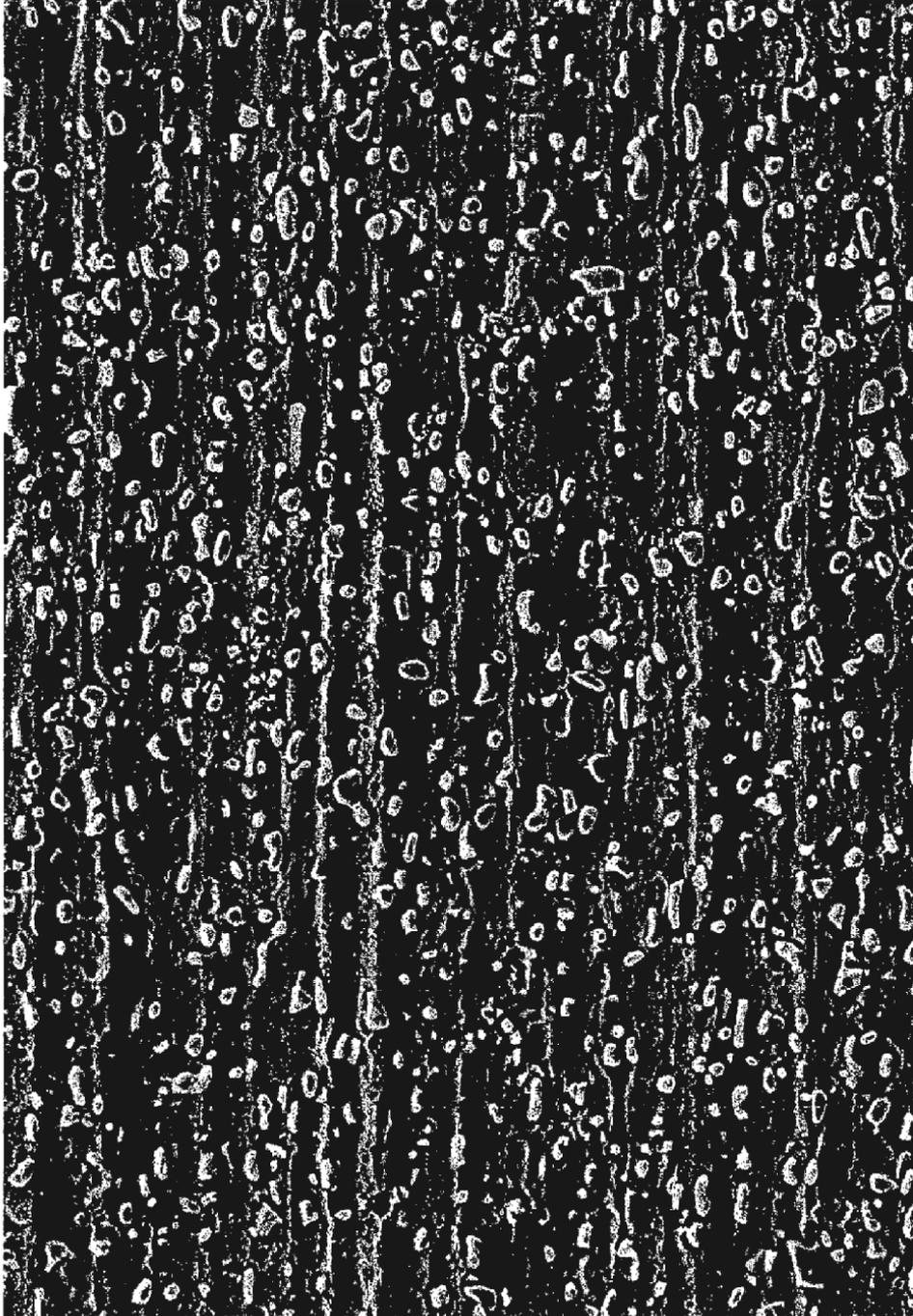
20 μm | Mag = 500 X EHT = 10,00 kV Señal A = SE2
Nombre del archivo = 013.tif WD = 8,1 mm

Fig.6a



20 μm | Mag = 500 X EHT = 10,00 kV Señal A = SE2
Nombre del archivo = 027.tif WD = 8,3 mm

Fig.6b



20 μm | Mag = 500 X EHT = 10,00 kV Señal A = SE2
Nombre del archivo = 045.tif WD = 8,1 mm

Fig.6c

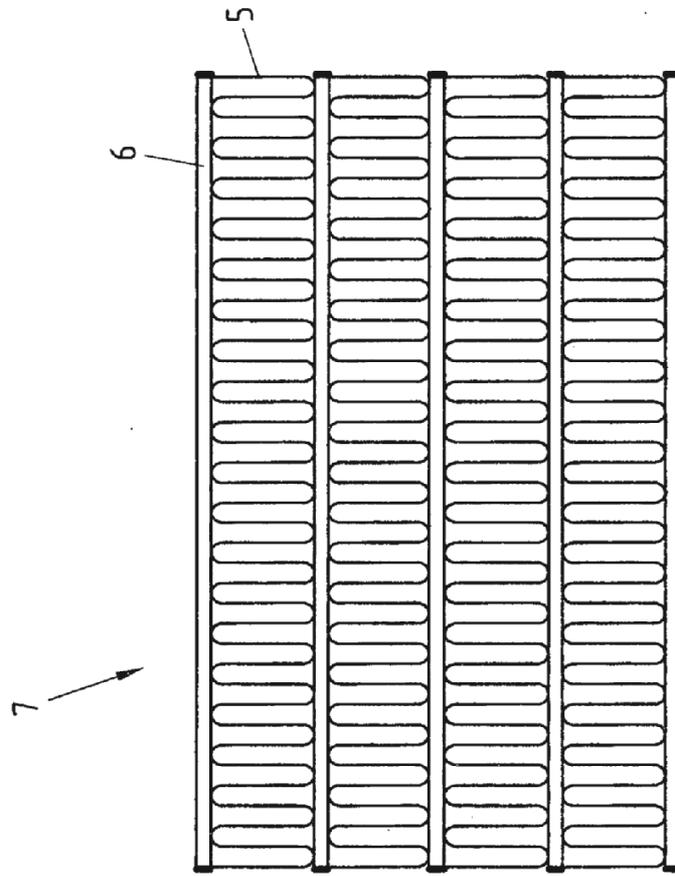


Fig.7