

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 458**

51 Int. Cl.:

<b>C23G 1/02</b>	(2006.01)
<b>C23G 1/08</b>	(2006.01)
<b>C23G 3/00</b>	(2006.01)
<b>C23G 1/00</b>	(2006.01)
<b>C23G 3/02</b>	(2006.01)
<b>B08B 3/10</b>	(2006.01)
<b>B08B 3/14</b>	(2006.01)
<b>B03C 1/32</b>	(2006.01)
<b>B21B 45/02</b>	(2006.01)
<b>C23G 1/36</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.08.2014 PCT/EP2014/068201**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2015 WO15028527**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2014 E 14755700 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018 EP 3039171**

54 Título: **Método de tratamiento de una solución de decapado para un procedimiento de decapado**

30 Prioridad:

**29.08.2013 EP 13182250**

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

**06.06.2018**

73 Titular/es:

**CMI UVK GMBH (100.0%)  
Haus III Robert Bosch-Strasse, 10  
56410 Montabaur, DE**

72 Inventor/es:

**SEHNER, EGON y  
WALSDORF, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 671 458 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 de tratamiento de una solución de decapado para un procedimiento de decapado

Antecedentes

5 La presente invención se refiere a un método de tratamiento de una solución de decapado para un procedimiento de decapado.

10 En los procedimientos de decapado, las superficies metálicas se tratan eliminando las impurezas tales como manchas, óxido o incrustaciones usando licores de decapado que contienen ácidos fuertes. Estas impurezas pueden ocurrir durante los procedimientos de conformado de metales, en particular el tratamiento de laminación y/o calor. Con este fin, los ácidos fuertes, también llamados licor de decapado, se utilizan para desincrustar o limpiar las superficies metálicas. Por ejemplo, se pueden usar ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fluorhídrico o mezclas de diferentes ácidos como agentes de decapado para el decapado de por ejemplo, metales ferrosos, cobre o aleaciones de aluminio. El documento WO 98/33606 A1 muestra una operación de separación continua de partículas. El documento CN 202 590 500 U describe un dispositivo de eliminación de lodos de silicio en un agente de limpieza de superficies de acero en tiras. El documento US 6 264 757 B1 muestra un método de separación de contaminantes durante el procesamiento continuo de acero en tiras. El documento FR 2 224 560 A1 describe un método para el decapado rápido y continuo de alambres, tiras y tubo - alambres, alimentados a través de una bobina de alta frecuencia ubicada en o alrededor de un baño de decapado. El documento US 5 340 472 A muestra un aparato para procesar desechos del mecanizado de materiales ferromagnéticos. El documento JP H09 235688 A describe un aparato y un método continuo de decapado/limpieza de un acero inoxidable. El documento JP 2000 087274 A muestra un aparato y un método continuo de decapado/limpieza de una tira de metal magnético.

15 Las grandes cantidades de ácidos gastados no solo son peligrosas para el medioambiente, sino que también suelen ser costosas. De este modo, es deseable reducir la cantidad de ácido gastado generado o incluso regenerar los ácidos gastados para su reutilización en diversos procedimientos. Sin embargo, los aparatos de decapado conocidos tienen un tiempo medio relativamente corto entre fallas, que se debe a grandes cantidades de contaminantes de compuestos o elementos peligrosos, que forman depósitos dentro de dispositivos y/o tuberías del aparato de decapado. Esta acumulación de depósitos es especialmente muy exhaustiva cuando será decapado el encurtirá acero al silicio o acero eléctrico.

Resumen

20 Es por lo tanto un objetivo de la presente invención proporcionar un aparato que mejore el funcionamiento de una línea de decapado para decapado de material de acero al silicio en una solución de decapado. Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un método de tratamiento de la solución de decapado y un dispositivo para tratar la solución de decapado, en el que el tiempo de funcionamiento y la vida útil del aparato de decapado se aumentan y los costes de mantenimiento se reducen.

25 El objetivo de la presente invención se consigue mediante un método de tratamiento de una solución de decapado para un procedimiento de decapado según la reivindicación 1.

30 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa aumentar la vida útil del aparato de decapado y reducir los costes de mantenimiento. Preferiblemente, los compuestos de silicio están contenidos en un baño clorhídrico usado para decapado de un material de acero al silicio, tal como piezas de trabajo, láminas o tiras de acero. Preferiblemente, el baño usado se recicla después de la concentración y se somete a diferentes etapas de decapado y/o etapas de regeneración en los equipos de decapado y/o de regeneración asociados del aparato de decapado. Por ejemplo, el aparato de decapado comprende uno o más equipos de decapado y/o de regeneración, en el que un equipo de decapado y/o de regeneración del uno o más equipos de decapado y/o de regeneración es un dispositivo de baño de decapado, un dispositivo de regeneración de ácido, un dispositivo de enjuague, un dispositivo de mezcla, un dispositivo concentrador y/o una tubería. Preferiblemente, los equipos de decapado y/o de regeneración están configurados para transportar el material de acero al silicio y/o para transportar y/o almacenar la solución de decapado. Preferiblemente, el medio de recipiente es un dispositivo de transporte tal como un tubo o tubería de la tubería y/o un dispositivo de almacenamiento tal como un tanque u otro medio que tiene una cavidad. Preferiblemente, los precipitados son depósitos, por ejemplo, en una pared del medio de recipiente. En la tercera etapa, la solución de decapado proporcionada a la cavidad se trata mediante el campo electromagnético de manera que los depósitos formados por los compuestos de silicio se disuelven y/o se restringe la formación de dichos depósitos. La solución de decapado se proporciona a la cavidad del medio de recipiente antes de la creación del campo electromagnético dentro del medio de recipiente.

35 Según la presente invención, la vida útil de los equipos de decapado y/o de regeneración para ejecutar procedimientos de decapado y/o regeneración, así como la vida útil de los dispositivos de almacenamiento y/o transporte se incrementan al tratar la solución de decapado con el campo electromagnético. El campo electromagnético es preferiblemente un campo magnético estático o un campo magnético oscilante generado en

- función de una corriente alterna. Se ha encontrado de manera ventajosa que el dispositivo se puede configurar de manera que una interacción del campo electromagnético con la solución de decapado disuelva los precipitados formados por los compuestos de silicio y/o impida la formación de dichos precipitados. Por ejemplo, los precipitados pueden ser compuestos de silicio polimerizados o silicatos u otros depósitos que comprenden compuestos de silicio.
- 5 Por lo general, los precipitados se depositan dentro de los equipos de decapado y/o de regeneración del aparato de decapado. Además, los precipitados o depósitos están compuestos de un material bastante rígido, que se fijan de manera irrevocable a los equipos de decapado y/o de regeneración o se pueden retirar solo con gastos considerables y costos de mantenimiento. Según la presente invención, la formación de tales precipitados se puede evitar de manera ventajosa y/o los precipitados se eliminan por medio de los equipos de decapado y/o
- 10 regeneración de la solución de decapado con el método de la invención. Además, es posible reducir de manera ventajosa los costes de producción de acero de alta resistencia y/o de alta calidad, en particular para la industria del automóvil, en la que el acero de alta resistencia y/o de alta calidad comprende aproximadamente entre el 0.3% y 0.8% de silicio (Si) como componente de aleación.
- 15 Preferiblemente, el medio de recipiente es un tanque o un tubo o una tubería, en el que el medio de recipiente está rodeado al menos parcial o completamente por una pared. Preferiblemente, la solución de decapado se transporta a través del medio de recipiente a una velocidad de flujo y en una dirección de flujo.
- En la tercera etapa, la solución de decapado proporcionada a la cavidad interactúa con el campo electromagnético de manera que los precipitados formados por los compuestos de silicio se disuelven y se restringe la formación de dichos precipitados. Preferiblemente, esto significa que los precipitados formados por los compuestos de silicio se disuelven y se restringe una formación de dichos precipitados -en particular inhibida- debido a la interacción del
- 20 campo electromagnético con los compuestos de silicio (esto es, moléculas de dióxido de silicio) de los precipitados y/o la solución de decapado.
- Según otra realización preferida de la presente invención,
- 25 - el campo electromagnético está configurado para influir en una estructura cristalina de dichos precipitados, en el que la estructura cristalina de dichos precipitados se disuelve preferiblemente al menos parcialmente tras la interacción de los precipitados con el campo electromagnético, y/o
- el campo electromagnético está configurado para influir en una reacción de polimerización de los compuestos de silicio, en el que la reacción de polimerización de los compuestos de silicio se influye preferiblemente de manera que se inhibe la formación de dichos precipitados, y/o
- 30 - el campo electromagnético está configurado para influir en una polarización de los compuestos de silicio, en el que la polarización (por ejemplo, iónica) de los compuestos de silicio se modula preferiblemente por el campo electromagnético, en el que la polarización de dichos compuestos de silicio preferiblemente se modula de manera que dichos precipitados están disueltos y/o de manera que se inhibe la formación de dichos precipitados.
- Según la presente invención, de este modo es posible inhibir o suprimir de manera ventajosa la formación de dichos precipitados (esto es, incrustaciones) de compuestos de silicio (polimerizados) dentro de dispositivos y/o tuberías del
- 35 aparato de decapado. La formación de dichos precipitados en superficies relativamente calientes (por ejemplo, dentro de intercambiadores de calor) y/o dentro de tuberías del aparato de decapado se inhibe. De ese modo, la vida útil del aparato de decapado aumenta y los costes de mantenimiento se reducen.
- Según una realización preferida de la presente invención, en la tercera etapa, se genera una pulsación resonante de la solución de decapado por el campo electromagnético.
- 40 Según la presente invención, de este modo es posible inducir de manera ventajosa cambios de un flujo de fluido de la solución de decapado, por ejemplo, la dirección del flujo y/o inducir turbulencias. La pulsación resonante comprende preferiblemente una frecuencia de pulsación y/o una amplitud de pulsación, que varía en función de una variación del campo electromagnético en el espacio y/o el tiempo. Preferiblemente, debido a la pulsación resonante de la solución de decapado, la dirección del flujo se invierte al menos parcialmente de manera que los precipitados o depósitos se disuelven, por ejemplo, al debilitar las fuerzas de unión o adhesivo entre las partículas -por ejemplo, compuestos de silicio- de la solución de decapado. De este modo, los precipitados o depósitos disueltos se pueden llevar con la solución más fácilmente.
- 45 Según una realización preferida de la presente invención, en la tercera etapa, se proporciona un campo electromagnético oscilante que tiene una frecuencia de oscilación y una amplitud de oscilación, en el que la frecuencia de oscilación y/o la amplitud de oscilación se varía en el tiempo de manera que dichos precipitados se disuelven y/o de manera que se inhibe la formación de dichos precipitados.
- 50 Según otra realización preferida de la presente invención, el campo electromagnético tiene una pluralidad de frecuencias de oscilación, en el que la pluralidad de frecuencias de oscilación varía en el tiempo de manera que dichos precipitados se disuelven y/o de manera que se inhibe la formación de dichos precipitados.
- 55

- 5 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa configurar el campo electromagnético de manera que -por ejemplo, empleando una combinación de frecuencias de oscilación variables en el tiempo de la pluralidad de frecuencias de oscilación- un campo relativamente amplio de tamaños de molécula está influenciado por el campo electromagnético de manera que dichos precipitados se disuelven y/o se inhibe su formación de manera más eficiente.
- 10 Según otra realización preferida de la presente invención, la pluralidad de frecuencias de oscilación del campo electromagnético se ajusta y/o varía en el tiempo de manera que una estructura cristalina y/o una reacción de polimerización de los compuestos de silicio (por ejemplo, moléculas de dióxido de silicio de los compuestos de silicio) y/o una polarización -esto es, polarización dieléctrica (preferiblemente polarización iónica)- de los compuestos de silicio (por ejemplo, moléculas de dióxido de silicio de los compuestos de silicio) está influenciada por el campo electromagnético, en el que una disposición de imán está preferiblemente adaptada para ajustar el campo electromagnético de manera que la estructura cristalina de dichos precipitados está influenciada (por ejemplo, fundida o disuelta) y/o la reacción de polimerización de los compuestos de silicio está influenciada (por ejemplo, suprimida) y/o la polarización de dichos compuestos de silicio están influenciados (por ejemplo, modulados).
- 15 Según la presente invención, de este modo es posible influir de manera ventajosa en la formación de precipitados (esto es, incrustación) por medio del campo electromagnético (que tiene la pluralidad de frecuencias de oscilación variables en el tiempo) de manera que la formación de precipitados (incrustación) está completamente inhibido, en el que la vida útil del aparato de decapado de la presente invención se extiende de manera ventajosa.
- 20 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa variar el campo electromagnético de manera que la interacción de dicho campo con la solución se optimice para el tratamiento de la solución de decapado, que comprende los compuestos de silicio. Por ejemplo, el intervalo de frecuencia que varía en el tiempo se determina en función de las propiedades de la solución tales como fuerza iónica y/o velocidad de flujo de la solución de decapado, en el que el intervalo de frecuencia óptimo del campo electromagnético oscilante se adapta a una o más propiedades de la solución. De ese modo, el método se mejora adicionalmente con respecto a una
- 25 eficacia de limpieza.
- Según una realización preferida de la presente invención, en la tercera etapa, se proporciona un campo electromagnético homogéneo o no homogéneo, en el que el campo electromagnético varía a lo largo de una dirección longitudinal del medio de recipiente, en el que la cavidad y/o el medio de recipiente se extienden principalmente a lo largo de la dirección longitudinal.
- 30 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa someter la solución de decapado a un campo electromagnético variable, tanto en el tiempo como en el espacio. Preferiblemente, el campo electromagnético es cualquiera un campo magnético estático, en el que el campo magnético estático puede ser homogéneo o no homogéneo - por ejemplo, variando solo en el espacio o un campo magnético oscilante, que varía en el tiempo. De este modo, el método se mejora aún más
- 35 Según una realización preferida de la presente invención, en la tercera etapa, el campo electromagnético se modula con una señal de modulación que tiene una frecuencia de modulación y/o una amplitud de modulación y/o una fase de modulación, en el que la frecuencia de modulación y/o la amplitud de modulación y/o la fase de modulación de la señal de modulación se varía en el tiempo de manera que dichos precipitados se disuelven y/o de manera que se inhibe la formación de dichos precipitados.
- 40 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa variar el campo electromagnético de manera que la interacción de dicho campo con la solución se optimice para el tratamiento de la solución de decapado, que comprende los compuestos de silicio. Por ejemplo, el intervalo de frecuencia de modulación que varía en el tiempo se determina en función de las propiedades de la solución tales como la fuerza iónica y/o la velocidad de flujo de la solución de decapado, en el que el intervalo de frecuencia óptimo del campo
- 45 electromagnético oscilante se adapta a una o más propiedades de la solución. De ese modo, el método se mejora adicionalmente con respecto a una eficacia de limpieza. Preferiblemente, la frecuencia de modulación está aproximadamente entre 1 Hz y 1 MHz, más preferiblemente entre 50 Hz y 500 KHz, incluso más preferiblemente entre 75 Hz y 1,2 kHz.
- 50 Según una realización preferida de la presente invención, el campo electromagnético comprende una señal que tiene un patrón de onda sinusoidal, un patrón de onda triangular, un patrón de onda sónica o un patrón de onda cuadrada.
- 55 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa proporcionar diferentes formas de señal. Según la presente invención, se prefiere que se use un patrón de onda cuadrada ya que contiene efectivamente muchas frecuencias desde unos pocos Hz hasta varios 100 kHz. De este modo, la dirección del campo magnético se cambia preferiblemente por un número de oscilaciones rápidas más allá de un imán estático muy débil. Preferiblemente, se aplica adicionalmente un campo eléctrico que mejora adicionalmente la disolución y/o la

inhibición de los precipitados, preferiblemente se usa un campo eléctrico pulsado aproximadamente a una frecuencia de 14 MHz y una amplitud de 2 V.

- 5 Según una realización preferida de la presente invención, en la primera etapa, la solución de decapado se transporta a través de la cavidad del medio de recipiente a lo largo de una dirección de flujo sustancialmente paralela a la dirección longitudinal de la cavidad y/o medio de recipiente, en el que la dirección de flujo se invierte por el campo electromagnético en una dirección antiparalela a la dirección de flujo usando una disposición de imán de dispositivos de imán dispuestos a lo largo de la dirección longitudinal en o en la cavidad y/o circunferencialmente alrededor de un eje, en el que el eje es sustancialmente paralelo a la dirección longitudinal.
- 10 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa proporcionar diferentes tipos de interacciones del campo magnético con la solución de decapado, tal como inversión de flujo, inducción de turbulencias, separación de rutas de flujo de partículas cargadas de forma opuesta - por ejemplo, iones y contraiones, y/o colisiones entre las partículas con carga opuesta. De ese modo, la vida útil del aparato de decapado aumenta aún más y los costes de mantenimiento se reducen aún más. Además, los costes de producción para acero de alta resistencia y/o de alta calidad, en particular para la industria del automóvil, se mantienen relativamente bajos.
- 15 Según la presente invención, la solución de decapado comprende iones de compuesto de silicio y contraiones, en el que en una cuarta etapa, los iones de compuesto de silicio y los contraiones están separados el uno del otro por el campo electromagnético, en el que los iones de compuesto de silicio y los contraiones se separan en función de una variación del campo magnético en el tiempo y/o espacio, en el que, en una quinta etapa, los iones y contraiones del compuesto de silicio preferiblemente se colisionan en función de la variación del campo magnético en el tiempo y/o
- 20 espacio, en el que en la cuarta etapa y/o la quinta etapa, los iones y/o contraiones del compuesto de silicio se mueven preferiblemente en rutas en espiral, lineales y/o sinusoidales.
- Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa aumentar la vida útil del aparato de decapado y reducir aún más los costes de mantenimiento. Además, los costes de producción para acero de alta resistencia y/o de alta calidad, en particular para la industria del automóvil, se mantienen relativamente bajos.
- 25 Según una realización preferida de la presente invención, en la tercera etapa, se mide una propiedad de solución de la solución de decapado mediante un sensor, en el que el campo electromagnético varía en tiempo y/o espacio en función de la propiedad de la solución medida de manera que dichos precipitados se disuelven y/o de manera que se inhibe la formación de dichos precipitados, en el que la propiedad de la solución es preferiblemente una dirección de flujo, velocidad de flujo, conductividad eléctrica, tensión superficial, composición y/o fuerza iónica de la solución de decapado.
- 30 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa mejorar la conveniencia del usuario proporcionando un monitor y un sistema de control para optimizar aún más el método de tratamiento de la solución de decapado. De ese modo, la vida útil del aparato de decapado aumenta aún más y los costes de mantenimiento se reducen aún más. Además, los costes de producción para acero de alta resistencia y/o de alta calidad, en particular para la industria del automóvil, se mantienen relativamente bajos.
- 35 El objeto de la presente invención se consigue adicionalmente mediante un dispositivo para tratar una solución de decapado para un procedimiento de decapado según la reivindicación 9.
- Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa aumentar la vida útil del aparato de decapado y reducir los costes de mantenimiento. De ese modo, la vida útil del aparato de decapado aumenta aún más y los costes de mantenimiento se reducen aún más. Además, los costes de producción para acero de alta resistencia y/o de alta calidad, en particular para la industria del automóvil, se mantienen relativamente bajos.
- 40 El dispositivo está adaptado para tratar la solución de decapado proporcionada a la cavidad por medio del campo electromagnético de manera que los precipitados formados por los compuestos de silicio se disuelven y/o se inhibe la formación de dichos precipitados. Esto significa, por ejemplo, que el dispositivo comprende una disposición de imán que se adapta para ajustar el campo electromagnético de manera que los precipitados formados por los compuestos de silicio se disuelven y/o se inhibe una formación de dichos precipitados por la interacción del campo electromagnético con los precipitados y/o compuestos de silicio.
- 45 Según una realización preferida de la presente invención, el medio de recipiente comprende una pared que rodea al menos parcialmente la cavidad, en el que la disposición de imán comprende uno o más dispositivos de imán, en el que el uno o más dispositivos de imán están dispuestos en la pared, en el que el uno o más dispositivos de imán están dispuestos en la pared en un lado interno del medio de recipiente, en la pared en un lado exterior del medio de recipiente, dentro de la pared del medio de recipiente y/o dentro de un elemento de caja dentro de la cavidad, en el que uno o más dispositivos de imán de la disposición de imán son preferiblemente imanes permanentes y/o electroimanes, en el que dicho electroimán es preferiblemente un carrete de bobinado que se enrolla alrededor del
- 50 medio de recipiente.
- 55

Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa proporcionar campos magnéticos configurados de forma diferente que se optimizan individualmente para los equipos de decapado y/o de regeneración -por ejemplo, el tanque y/o la tubería del baño de decapado- del aparato de decapado, donde el dispositivo está posicionado para el método de tratamiento de la solución de decapado.

5 Según una realización preferida de la presente invención, los al menos dos dispositivos de imán del uno o más dispositivos de imán están dispuestos linealmente a lo largo de una dirección longitudinal y/o circunferencialmente alrededor de la cavidad, preferiblemente alrededor de un eje que es sustancialmente paralelo a la dirección longitudinal, en el que dichos al menos dos dispositivos de imán están dispuestos preferiblemente por pares en paredes opuestas.

10 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa generar un campo magnético homogéneo, en el que las líneas de campo son sustancialmente paralelas. De este modo, además, es posible de manera ventajosa aumentar la vida útil del aparato de decapado y reducir los costes de mantenimiento.

15 El dispositivo comprende un medio de control, preferiblemente un circuito de control, y/o un sensor, en el que el medio de control está configurado para controlar la disposición de imán y/o en el que el sensor está configurado para medir una propiedad de la solución de la solución de decapado. en el que, preferentemente, el medio de control está configurado para controlar la disposición de imán en función de la propiedad de la solución medida por el sensor de manera que dichos precipitados se disuelven y/o de manera que se inhibe la formación de dicho precipitado.

20 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa mejorar la conveniencia del usuario proporcionando un sistema de control y supervisión fiable. De este modo, además, es posible de manera ventajosa aumentar la vida útil del aparato de decapado y reducir los costes de mantenimiento.

El objeto de la presente invención se consigue adicionalmente mediante un aparato de decapado para decapado de un material de acero al silicio en una solución de decapado según la reivindicación 12.

25 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa aumentar la vida útil del aparato de decapado y reducir los costes de mantenimiento. Preferiblemente, los compuestos de silicio están contenidos en un baño clorhídrico usado para decapado de un material de acero al silicio, tal como piezas de trabajo, láminas o tiras de acero. Preferiblemente, el baño usado se recicla después de concentración y se somete a diferentes tratamientos y etapas de regeneración en los equipos de decapado y/o de regeneración asociados del aparato de decapado, en el que el equipo de decapado y/o de regeneración es, por ejemplo, el dispositivo de baño de decapado, el dispositivo de regeneración ácida, el dispositivo de enjuague, el dispositivo de mezcla, el dispositivo concentrador y/o la tubería del aparato de decapado.

30 Según una realización preferida de la presente invención, el medio de recipiente de dicho dispositivo es una parte integral del dispositivo de baño de decapado, el dispositivo de regeneración de ácido, el dispositivo de enjuague, el dispositivo de mezcla, el dispositivo concentrador o la tubería.

35 Según la presente invención, de este modo es posible de manera ventajosa usar el dispositivo para tratar la solución de decapado dentro de diversos equipos de decapado y/o de regeneración del aparato de decapado, en el que la solución de decapado se almacena y/o transporta preferentemente a través de los diversos equipos de decapado y/o de regeneración. Preferiblemente, se proporciona un sistema modular uniendo el dispositivo a los equipos de decapado y/o de regeneración de aparatos de decapado ya existentes.

Breve descripción de los dibujos

40 La figura 1 ilustra esquemáticamente un aparato de decapado según la presente invención.

Las figuras 2 - 8 ilustran esquemáticamente un dispositivo según diversas realizaciones de la presente invención.

La figura 9 ilustra esquemáticamente un dispositivo según una realización de la presente invención.

Las figuras 10 - 11 ilustran esquemáticamente una ruta de partículas durante el tratamiento de la solución de decapado según la presente invención.

45 Descripción detallada

La presente invención se describirá con respecto a realizaciones particulares y con referencia a ciertos dibujos, pero la invención no se limita a ellos sino solo por las reivindicaciones. Los dibujos descritos son solo esquemáticos y no son limitantes. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede ser exagerado y no dibujado a escala con fines ilustrativos.

Cuando se usa un artículo indefinido o definido cuando se hace referencia a un sustantivo singular, por ejemplo, "un", "uno", "el", esto incluye un plural de ese nombre a menos que se especifique algo más.

La figura 1 muestra esquemáticamente una realización del aparato 1 de decapado según la presente invención. El aparato 1 de decapado está configurado para ejecutar un procedimiento de decapado, en el que el material 3 de acero al silicio se decapa en una solución 40 de decapado. Preferiblemente, el material 3 de acero al silicio es una tira de acero, lámina u otra pieza de trabajo. En este documento, el aparato 1 de decapado comprende uno o más equipos de decapado y/o de regeneración (11, 12, 13, 14, 15, 16), esto es, un dispositivo 11 de baño de decapado, un dispositivo 12 de regeneración de ácido, un dispositivo 13 de lavado, un dispositivo 14 de mezcla, un dispositivo 15 concentrador, un dispositivo 16 de intercambio de iones de bucle y/o una tubería 11', 12', 13', 13'', 13''', 14', 14'', 15', 15'', 16'. En este documento, el material 3 de acero al silicio se decapa por la solución 40 de decapado, que se proporcionan ambos al dispositivo 11 de baño de decapado, por ejemplo, un tanque de decapado. La solución 40 de decapado es preferiblemente un ácido fuerte, por ejemplo, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico y/o ácido nítrico o ácido sulfúrico o una mezcla de estos. Por consiguiente, la solución 40 de decapado o la solución 40 de decapado agotada comprende compuestos 41 de silicio y otros compuestos 42 de metal, por ejemplo, compuestos de hierro disueltos en la solución 40 de decapado. Adicionalmente, el aparato de decapado comprende un dispositivo 13 de lavado conectado al dispositivo 11 de decapado y un sistema de regeneración que comprende un dispositivo 12 de regeneración de ácido y un sistema 15 de evaporador asociado o concentrador 15. Después del decapado del material 3 de acero al silicio, la solución 40 de decapado que comprende los compuestos de silicio se suministra - como una primera corriente de volumen- a una tubería 11' y desde la tubería 11'- directa o indirectamente a través de otros equipos intermedios (no mostrado) - en el dispositivo 12 de regeneración de ácido, por ejemplo, un reactor de pirohidrólisis. Opcionalmente, se suministra una segunda corriente de volumen a través de la tubería 13'' desde el dispositivo 13 de enjuague hasta el dispositivo 14 de mezcla, en el que la segunda corriente de volumen se puede mezclar con un reactivo (como se indica mediante la flecha 14'''). Opcionalmente, una tercera corriente de volumen que comprende sales de metal se suministra al concentrador 15 a través de la tubería 14' y/o al dispositivo de regeneración de ácido a través del tubo 14'' . Opcionalmente, en el concentrador 15, la corriente se concentra tanto como sea posible con el fin de mantener el flujo de volumen a través de la tubería 15'' al dispositivo 12 de regeneración de ácido pequeño. Además, se prefiere que se proporcione un dispositivo 16 de bucle de intercambio iónico, que esté conectado a través de las tuberías 13'''' y 16' al dispositivo 13 de enjuague y/o a una corriente 13' de agua.

Según una realización preferida, el aparato 1 de decapado comprende uno o más dispositivos 2, 2', 2'' según la presente invención. Preferiblemente, uno o múltiples dispositivos del uno o más dispositivos 2, 2', 2'' está/están dispuesto(s) en, sobre y/o en el dispositivo 11 de baño de decapado, el dispositivo 12 de regeneración de ácido, el dispositivo 13 de enjuague, el dispositivo 14 de mezcla, el dispositivo 15 concentrador, el dispositivo 16 de bucle de intercambio iónico y/o la tubería (11', 12', 13', 13'', 13''', 14', 14'', 15', 15'', 16'). Preferiblemente, un medio 40 de recipiente de un dispositivo de dichos dispositivos 2, 2', 2'' es una parte integral del dispositivo 11 de baño de decapado, el dispositivo 12 de regeneración de ácido, el dispositivo 13 de enjuague, el dispositivo 14 de mezcla, el dispositivo 15 concentrador, el dispositivo 16 de bucle de intercambio iónico o la tubería (11', 12', 13', 13'', 13''', 14', 14'', 15', 15'', 16').

Según la realización mostrada en la figura 1, un dispositivo 2 está unido -en este documento en un lado externo 33'- a una pared (32, 32') (véase, por ejemplo, la figura 2) del dispositivo 11 de baño de decapado, un dispositivo 2' está dispuesto en una tubería 11' y otro dispositivo 2'' está dispuesto dentro del dispositivo 13 de enjuague (véanse, por ejemplo, las figuras 6 a 8).

La figura 2 muestra esquemáticamente una realización del dispositivo 2 según la presente invención. El dispositivo 2 está configurado para tratar una solución 40 de decapado para un procedimiento de decapado. El dispositivo 2 comprende una disposición 20 de imán y un medio 30 de recipiente.

Preferiblemente, el medio 30 de recipiente es una parte integral de un equipo 11, 12, 13, 14, 15, 16 de decapado y/o de regeneración y/o las tuberías 11', 12', 13', 13'', 13''', 14', 14'', 15', 15'', 16' asociadas de los equipos 11, 12, 13, 14, 15 de decapado y/o de regeneración. El medio 30 de recipiente tiene una cavidad 300. En este documento, la cavidad 300 es rodeado por una pared 32 del medio 30 de recipiente -al menos desde un lado- en el que la pared 32 es, por ejemplo, una pared lateral o pared inferior o pared superior de un equipo 11, 12, 13, 14, 15 de decapado y/o de regeneración, por ejemplo el tanque 11 de baño de decapado o el tubo asociado, por ejemplo, tubería 11' de dicha tubería. En este documento, la pared 32 se extiende principalmente a lo largo de un plano que es sustancialmente paralelo a una dirección 103 longitudinal o dirección Z. Adicionalmente, se muestra una dirección X 101 y una dirección Y 103, en el que la dirección X 101, la dirección Y 102 y la dirección Z 103 son ortogonales entre sí. La pared 32 tiene un lado 33 interior y un lado 33' externo, en el que el lado 33 interior está orientado hacia la cavidad 300 y está en contacto con la solución 40 de decapado que está siendo suministrada al medio 30 de recipiente. En este documento se muestra la solución 40 de decapado un compuesto 41 de silicio disuelto en la solución. El compuesto de silicio es, por ejemplo, una partícula que comprende silicatos.

La disposición 20 de imán está configurada para crear un campo 23 electromagnético que se extiende sustancialmente dentro de la cavidad 300 del medio 30 de recipiente. El dispositivo 2 está configurado para tratar la

solución 40 de decapado proporcionada a la cavidad 300 por medio del campo 23 electromagnético de manera que los precipitados 42 formados por los compuestos 41 de silicio se disuelven y/o se inhibe una formación de dichos precipitados 42. En este documento, el campo 23 electromagnético se extiende sustancialmente dentro de la cavidad 300 de manera que la solución 40 de decapado puede tratarse por el campo electromagnético al menos en una región de la pared 32, pero también puede extenderse a través de la cavidad 300 en una región adicional de una pared 32' más, por ejemplo opuesta, (véase, por ejemplo, figura 3). Aunque la disposición 20 de imán en este documento se muestra con solo un dispositivo 21 de imán, una pluralidad de dispositivos 21 de imán se puede disponer en los medios 30 de recipiente de acuerdo con lo anterior. En este documento, el dispositivo 21 de imán comprende un imán permanente o un electroimán que está dispuesto dentro de un alojamiento del dispositivo 21 de imán. En este documento, el dispositivo de imán tiene un primer extremo 21' y un segundo extremo 22", en el que el dispositivo 21 de imán tiene una la cara 22 extrema en su "primer extremo 21". En este documento, el primer extremo 21' está orientado hacia la pared 32 del medio 30 de recipiente, en el que el campo electromagnético pasa a través de la cara 22 extrema hacia la cavidad 300. Preferiblemente, la pared 32 y/o la cara 22 extrema comprende un material diamagnético, un material plástico, material de cobre, un material de vidrio u otro material. Según una primera alternativa, la cara 22 extrema es una parte integral de la pared 32, por ejemplo, una de tipo ventana, por ejemplo, diamagnético, parte de la pared y/o una parte integral del dispositivo 21 de imán, o solo uno de los dos.

La figura 3 muestra esquemáticamente una realización del dispositivo 2 según la presente invención. En este documento, el dispositivo 2 está configurado para generar un campo 23 electromagnético que se extiende sustancialmente a través de la cavidad 300 desde la pared 32 a una pared 32' opuesta, en el que la pared 32 y la pared 32' opuesta son preferiblemente las paredes de un decapado y/o equipos de regeneración (11, 12, 13, 14, 15, 16) o un tubo de la tubería 11', 12', 13', 13", 13"', 14', 14", 15', 15", 16' del aparato 1 de decapado. En este documento, el medio 30 de recipiente es preferiblemente un tubo 30 con forma cilíndrica, en el que la pared 32 y la pared 32' opuesta son partes de una pared 32, 32' de cilindro que están dispuestas alrededor de un eje 103'. En este documento, el medio 30 de recipiente y/o la cavidad se extiende principalmente a lo largo del eje 103' que es paralela a la dirección 103 longitudinal o en Z.

El dispositivo 21 de imán está dispuesto en la pared 32 y otro dispositivo 21' de imán está dispuesto en la pared 32' opuesta, opuesta al primer dispositivo 21 de imán de manera que se genera un campo 23 magnético homogéneo por los dos dispositivos 21, 21' de imán. Preferiblemente, los dos dispositivos 21, 21' de imán son electroimanes configurados para generar un campo magnético oscilante que tiene una dirección de campo alterna. Preferiblemente, una amplitud de oscilación y/o frecuencia de oscilación se cambia en el tiempo de manera que los precipitados 42 formados por los compuestos 41 de silicio se disuelven y/o se inhibe una formación de dichos precipitados 42. En este documento, por ejemplo, los precipitados son depósitos en la pared 32' opuesta, pero pueden estar en cualquier parte del medio 30 de recipiente, obstruyendo de este modo los medio 30 de recipiente. En este documento, debido al tratamiento de la solución de decapado con el campo magnético, los precipitados se disuelven y/o la precipitación de los compuestos 41 de silicio en los precipitados 42 es de manera ventajosa inhibida por el dispositivo 2 y/o el método de la invención.

La figura 4 muestra esquemáticamente una realización del dispositivo 2 según la presente invención. En este documento, el dispositivo 2 comprende un medio 24 de control, en el que el medio 24 de control está configurado para controlar los dispositivos 21, 21', 21", 21"' de imán de la disposición 20 de imán, por ejemplo, controlando la señal de corriente y/u otras señales suministradas a los dispositivos 21, 21', 21", 21"' de imán. Además, el dispositivo 2 comprende un sensor 25, dispuesto en este documento dentro del medio 30 de recipiente, que está configurado para medir una propiedad de solución de la solución 40 de decapado. Preferiblemente, el campo 23, 23' electromagnético se varía en tiempo y/o espacio en función de la propiedad de la solución medida de manera que dichos precipitados 42 se disuelvan y/o de manera que se inhibe una formación de dichos precipitados 42. En particular, la propiedad de la solución es una dirección 103" de flujo (véanse, por ejemplo, las figuras 9 y 10), velocidad de flujo, conductividad eléctrica, tensión superficial, composición y/o fuerza iónica de la solución 40 de decapado. El medio 24 de control y/o medio 25 de sensor están preferiblemente unidos de forma fija dentro de una carcasa del dispositivo 21 y/o configurados para comunicarse con una unidad central de control y monitorización del aparato 1 de decapado a través de un enlace de comunicaciones inalámbrico o por cable.

La disposición 20 de imán según la realización mostrada en la figura 4 comprende un primer par de dispositivos 21, 21' de imán y un segundo par de dispositivos 21", 21"' de imán, en el que ambos pares de dispositivos de imán, 21, 21', 21", 21"' están dispuestos preferiblemente en una fila a lo largo de una línea recta paralela a la dirección 103 longitudinal o en la dirección Z. En este documento, el primer par de dispositivos 21, 21' de imán está configurado para generar un primer campo 23 magnético, preferiblemente homogéneo, y el segundo par de dispositivos 21", 21"' de imán está configurado para generar un segundo campo 23' magnético preferiblemente homogéneo. Preferiblemente, los campos 23, 23' magnéticos primero y segundo se oscilan fuera de fase, preferiblemente en oposición de fase entre sí.

La figura 5 muestra esquemáticamente una realización del dispositivo 2 según la presente invención. Según esta realización, uno o más dispositivos 21, 21', 21", 21"' de imán, en este documento un primer par 21, 21' y un segundo par 21", 21"' de dicho uno o más dispositivos de imán, están dispuestos en la pared 32 del medio 30 de recipiente, que es en este documento en particular una tubería 30 del aparato 1 de decapado. En este documento, dicho uno o



- más dispositivos 21, 21', 21'', 21''' de imán están dispuestos circunferencialmente alrededor del eje 103' dentro de un plano 100 transversal que es sustancialmente perpendicular a la dirección Z 103 y/o preferiblemente paralelo a una sección transversal de la tubería 30. Se prefiere según la presente invención, que dichos dispositivos 21, 21', 21'', 21''' magnéticos están dispuestos de manera que una pulsación resonante de la solución 40 de decapado es generada por el campo 23, 23' electromagnético y/o un flujo de la solución 40 de decapado es cambiado por el campo 23, 23' electromagnético. Preferiblemente, la solución 40 de decapado fluye a una velocidad de flujo en una dirección 103'' de flujo paralela al eje 103', en el que el dispositivo está configurado para girar la dirección de flujo preferiblemente 90 grados hacia la pared y/o 180 grados hacia una dirección antiparalela a la dirección 103'' de flujo.
- La figura 6 muestra esquemáticamente una realización del dispositivo 2 según la presente invención, donde el dispositivo 21 magnético está dispuesto dentro del medio 20 de recipiente en un lado 33 interior de la pared 32. Esta colocación del dispositivo 2 dentro de un medio de recipiente se prefiere, cuando la pared 32 del medio 30 de recipiente es un material ferromagnético que tiene una permeabilidad electromagnética relativamente alta, por ejemplo del orden de 10,000
- Las figuras 7 y 8 muestran esquemáticamente realizaciones del dispositivo 2 según la presente invención, que corresponden sustancialmente a las realizaciones descritas en las figuras 1 a 5. En este documento, los dispositivos 21, 21' de imán están dispuestos dentro de la pared 32 y/o pared 32' opuesta y/o dentro de un elemento 34 de caja, preferiblemente un elemento 34 de caja sellado herméticamente dispuesto dentro del medio 30 de recipiente. Preferiblemente, los dispositivos 21, 21' de imán son extraíbles a través de una conexión de enchufe desde el lado 33' exterior reduciendo de este modo los esfuerzos de mantenimiento.
- La figura 9 muestra esquemáticamente una realización del dispositivo 2 según la presente invención. En este documento, la disposición 20 de imán comprende uno o más, en este documento dos, dispositivos 21, 21' de imán, dispuestos a lo largo del eje 103' de la tubería 30, en el que dichos uno o más dispositivos 21, 21' de imán son electroimanes, preferiblemente carrete de bobinado que se enrollan alrededor de la tubería 30. De este modo es posible de manera ventajosa crear un campo 23, 23' magnético homogéneo que sea sustancialmente paralelo al eje 103' de la tubería y/o la dirección de flujo. De manera ventajosa, es posible según la presente invención que, mediante diversas combinaciones de las diversas realizaciones según la presente invención, la disposición 20 de imán esté configurada para generar un campo electromagnético de manera que la solución 40 de decapado sea tratada por el campo 23, 23' electromagnético de manera que los precipitados 42 formados por los compuestos 41 de silicio se disuelven y/o se inhibe una formación de dichos precipitados 42.
- La figura 10 muestra esquemáticamente una ruta de, preferiblemente partículas 41, 41' magnetizadas, durante el tratamiento de la solución 40 de decapado según la presente invención. Según este ejemplo, los compuestos 41 de silicio están cargados negativamente y los contraiones 41', por ejemplo, los contraiones 41' del compuesto de metal están cargados positivamente. En este documento, un primer campo 23 magnético y un segundo campo 23' magnético comprenden líneas de campo que se orientan sustancialmente en direcciones antiparalelas. La solución 40 de decapado fluye a una velocidad de flujo en una dirección 103'' de flujo a través del medio 30 de recipiente, en el que la dirección de flujo es sustancialmente paralela a una dirección principal de extensión de la pared 32 y/o sustancialmente paralela al eje 103' de la tubería 30. En este documento, los compuestos 41 de silicio y los contraiones 41' se mueven en las rutas 43, 43' separadas, preferiblemente sustancialmente sinusoidales de manera que los compuestos 41 de silicio y los contraiones 41' están separados entre sí (como se indica mediante las flechas 302) y colisionaron de nuevo entre sí (como se indica mediante las flechas 301) durante su paso a lo largo del medio 30 de recipiente. De esta forma, es posible de manera ventajosa generar un flujo de los compuestos 41 de silicio y compuestos 41' metálicos hacia la pared 32, 32'. El campo 23, 23' magnético puede variarse más en el tiempo para producir efectos similares. La figura 11 muestra esquemáticamente una ruta de partículas 41, 41', preferiblemente magnetizadas durante el tratamiento de la solución 40 de decapado según la presente invención, donde los compuestos 41 de silicio y los contraiones 42 se separan constantemente entre sí durante su paso a lo largo de la dirección 103'' de flujo. Según la presente invención se prefiere que en la tercera etapa, la solución 40 de decapado se trate mediante un campo 23, 23' electromagnético no homogéneo, en el que se ejerce una fuerza electromagnética sobre las partículas 41, 41' magnetizadas por el campo electro magnético, no homogéneo, en el que los precipitados 42 formados por los compuestos 41 de silicio se disuelven y/o se restringe una formación de dichos precipitados 42 en función de la fuerza electromagnética ejercida sobre las partículas 41, 41' magnetizadas.

Signos de referencia

- |            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| 1          | Aparato de decapado             |
| 2, 2', 2'' | Dispositivo                     |
| 3          | Material de acero al silicio    |
| 55 11      | Dispositivo de baño de decapado |
| 11'        | Tubería                         |

## ES 2 671 458 T3

	12	Dispositivo de regeneración ácida
	12'	Tubería
	13	Dispositivo de enjuague
	13', 13", 13'''	Tuberías
5	14	dispositivo de mezcla
	14', 14"	Tuberías
	15	Dispositivo concentrador
	15', 15"	Tuberías
	16	Dispositivo de bucle de intercambio iónico
10	16'	Tuberías
	20	Disposición de imán
	21, 21', 21", 21'''	Dispositivos de imán
	22	Cara final
	22'	Primer final
15	22"	Segundo final
	23, 23'	Campo electromagnético
	24	Medios de control
	25	Sensor
	30	Medio de recipiente
20	32, 32'	Pared
	33	Lado interno
	33'	Lado exterior
	34	Elemento de caja
	40	Solución de decapado
25	41	Compuestos de silicio/iones de compuestos de silicio
	41'	Contraiones
	42	Precipitados
	43	Primer vía
	43'	Segunda vía
30	100	Plano transversal
	101	Dirección X
	102	Dirección Y
	103	Dirección Z/Dirección longitudinal

## ES 2 671 458 T3

103'	Eje
103"	Dirección de flujo
300	Cavidad
301	Colisión
5 302	Separación

REIVINDICACIONES

1. Método de tratamiento de una solución (40) de decapado para un procedimiento de decapado, en el que la solución (40) de decapado comprende compuestos (41) de silicio dispersos en la solución (40) de decapado, en el que, en una primera etapa, la solución (40) de decapado se proporciona a una cavidad (300) de un medio (30) de recipiente, en el que en una segunda etapa, se crea un campo (23, 23') electromagnético dentro del medio (30) de recipiente, en el que el campo (23, 23') electromagnético se extiende sustancialmente dentro de la cavidad (300), en el que, en una tercera etapa, la solución (40) de decapado proporcionada a la cavidad (300) es tratada por el campo (23, 23') electromagnético de manera que los precipitados (42) formados por los compuestos (41) de silicio se disuelven y/o se restringe una formación de dichos precipitados (42), en el que la solución (40) de decapado comprende iones (41) de compuesto de silicio y contraiones (41'), en el que en una cuarta etapa, los iones (41) y los contraiones (41') de compuesto de silicio se separan (302) entre sí mediante el campo (23, 23') electromagnético, en el que los iones (41) de compuesto de silicio y contraiones (41') se separan en función de una variación del campo magnético en tiempo y/o espacio, en el que, en una quinta etapa, los iones (41) y los contraiones (41') de compuesto de silicio preferiblemente se colisionan (301) en función de la variación del campo magnético en tiempo y/o espacio, en el que en la cuarta etapa y/o quinta etapa, los iones de compuesto de silicio y/o los contraiones se mueven preferiblemente en rutas espirales, lineales y/o sinusoidales (43, 43').
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque, en la tercera etapa, se genera una pulsación resonante de la solución (40) de decapado mediante el campo (23, 23') electromagnético.
3. Método según una de las reivindicaciones precedentes, en el que, en la tercera etapa, se proporciona un campo (23, 23') electromagnético oscilante que tiene una frecuencia de oscilación y una amplitud de oscilación, en el que la frecuencia de oscilación y/o la amplitud de oscilación se varía en el tiempo de manera que dichos precipitados (42) se disuelven y/o de manera que se inhibe la formación de dichos precipitados (42).
4. Método según una de las reivindicaciones precedentes, en el que, en la tercera etapa, se proporciona un campo (23, 23') electromagnético homogéneo o no homogéneo, en el que el campo (23, 23') electromagnético se varía a lo largo de una dirección (103) longitudinal del medio (30) de recipiente, en el que la cavidad (300) y/o los medios (30) de recipiente se extienden principalmente a lo largo de la dirección (103) longitudinal.
5. Método según una de las reivindicaciones precedentes, en el que, en la tercera etapa, el campo (23, 23') electromagnético se modula con una señal de modulación que tiene una frecuencia de modulación y/o una amplitud de modulación y/o una fase de modulación, en el que la frecuencia de modulación y/o la amplitud de modulación y/o la fase de modulación de la señal de modulación se varía(n) en el tiempo de manera que dichos precipitados (42) se disuelvan y/o de manera que se inhibe la formación de dicho precipitado (42).
6. Método según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el campo (23, 23') electromagnético comprende una señal que tiene un patrón de onda sinusoidal, un patrón de onda triangular, un patrón de onda sónica o un patrón de onda cuadrada.
7. Método según una de las reivindicaciones precedentes, en el que, en la primera etapa, la solución (40) de decapado es transportada a través de la cavidad (300) del medio (30) de recipiente a lo largo de una dirección (103'') de flujo sustancialmente paralela a la dirección (103) longitudinal de la cavidad (300) y/o medios (30) de recipiente, en el que el flujo de la solución (40) de decapado se invierte por el campo (23, 23') electromagnético en una dirección antiparalela a la dirección (103'') de flujo usando una disposición (20) de imán de dispositivos (21, 21', 21'', 21''') de imán dispuestos a lo largo de la dirección (103) longitudinal en o en la cavidad (300) y/o circunferencial alrededor de un eje (103'), en el que el eje (103') es sustancialmente paralelo a la dirección (103) longitudinal.
8. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque, en la tercera etapa, se mide una propiedad de solución de la solución (40) de decapado mediante un sensor (25), en el que el campo (23, 23') electromagnético se varía en tiempo y/o espacio en función de la propiedad de solución medida de manera que dichos precipitados (42) se disuelvan y/o de manera que se inhiba una formación de dichos precipitados (42), en el que la propiedad de solución es preferiblemente una dirección (103'') de flujo, velocidad de flujo, conductividad eléctrica, tensión superficial, composición y/o fuerza iónica de la solución (40) de decapado.
9. El dispositivo (2, 2', 2'') para tratar una solución (40) de decapado para un procedimiento de decapado, en el que el dispositivo (2, 2', 2'') comprende una disposición (20) de imán y un medio (30) de recipiente, en el que el medio (30) de recipiente tiene una cavidad (300), en el que la disposición (20) de imán está configurada para crear un campo (23, 23') electromagnético que se extiende sustancialmente dentro de la cavidad (300) del medio (30) de recipiente, en el que el dispositivo (2, 2', 2'') está configurado para tratar la solución (40) de decapado proporcionada a la cavidad (300) por medio del campo (23, 23') electromagnético de manera que precipita (42) formado por los compuestos (41) de silicio se disuelven y/o se inhibe una formación de dichos precipitados (42), caracterizado porque el dispositivo comprende un medio (24) de control, preferiblemente un circuito (24) de control, y/o un sensor (25), en el que el medio (24) de control están configurados para controlar la disposición (40) de imán y/o en el que el sensor (25) está configurado para medir una propiedad de solución de la solución (40) de decapado, en el que,

preferiblemente, el medio (24) de control está configurado para controlar la disposición (40) de imán en función de la propiedad de la solución medida por el sensor (25) de manera que dichos precipitados (42) están disueltos y/o de manera que se inhibe una formación de dichos precipitados (42).

- 5 10. El dispositivo (2, 2', 2'') según la reivindicación 9, caracterizado porque el medio (30) de recipiente comprende una pared (32, 32') que rodea al menos parcialmente la cavidad (300), en el que la disposición (20) del imán comprende uno o más dispositivos (21, 21', 21'', 21''') de imán, en el que el uno o más dispositivos (21, 21', 21'', 21''') de imán están dispuestos en la pared (32, 32'), en el que el uno o más dispositivos de imán (21, 21', 21'', 21''') están dispuestos en la pared (32, 32') en un lado (33) interior de los medios (30) de recipiente, en la pared (32, 32') en un lado (33') exterior del medio (30) de recipiente, dentro de la pared (32, 32') del medio (30) de recipiente y/o dentro de un elemento (34) de caja dentro de la cavidad (300), en el que el uno o más dispositivos (21, 21', 21'', 21''') de imán de la disposición (20) de imán son preferiblemente imanes permanentes y/o electroimanes, en el que dicho electroimán es preferiblemente, un carrete de embobinado que se enrolla alrededor del medio (30) de recipiente.
- 10 11. El dispositivo (2, 2', 2'') según una de las reivindicaciones 9 o 10, caracterizado porque al menos dos dispositivos (21, 21', 21'', 21''') de imán del uno o más dispositivos (21, 21', 21'', 21''') de imán están dispuestos linealmente a lo largo de una dirección (103) longitudinal y/o circunferencialmente alrededor de la cavidad (300), preferiblemente alrededor de un eje (103') que es sustancialmente paralelo a la dirección longitudinal (103), en el que dichos al menos dos dispositivos (21, 21', 21'', 21''') de imán están dispuestos preferiblemente por pares en paredes (32, 32') opuestas.
- 15 12. Aparato (1) de decapado para decapado de un material (3) de acero al silicio en una solución (40) de decapado, en el que el aparato (1) de decapado comprende un dispositivo (11) de baño de decapado, un dispositivo (12) de regeneración de ácido, un dispositivo (13) de enjuague, un dispositivo (14) de mezcla, un dispositivo (15) concentrador y/o una tubería (11', 12', 13', 13'', 13''', 14', 14'', 15', 15'', 16'), caracterizado porque el aparato (1) de decapado comprende uno o más dispositivos (2, 2', 2'') según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que un dispositivo de uno o más dispositivos (2, 2', 2'') está dispuesto en, sobre y/o en el dispositivo (11) de baño de decapado, el dispositivo (12) de regeneración de ácido, el dispositivo (13) de enjuague, el dispositivo (14) de mezcla, el dispositivo (15) concentrador y/o la tubería (11', 12', 13', 13'', 13''', 14', 14'', 15', 15'', 16').
- 20 13. Aparato (1) de decapado según la reivindicación 12, caracterizado porque el medio (40) de recipiente de dicho dispositivo (2, 2', 2'') es una parte integral del dispositivo (11) de baño de decapado, el dispositivo (12) de regeneración de ácido, el dispositivo (13) de enjuague, el dispositivo (14) de mezcla, el dispositivo (15) concentrador o la tubería (11', 12', 13', 13'', 13''', 14', 14'', 15', 15'', 16').
- 25 30

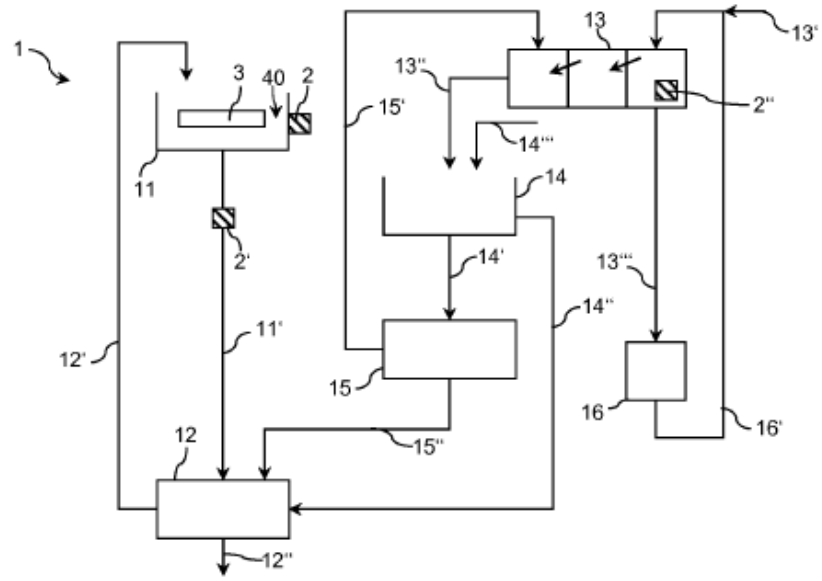


Fig. 1

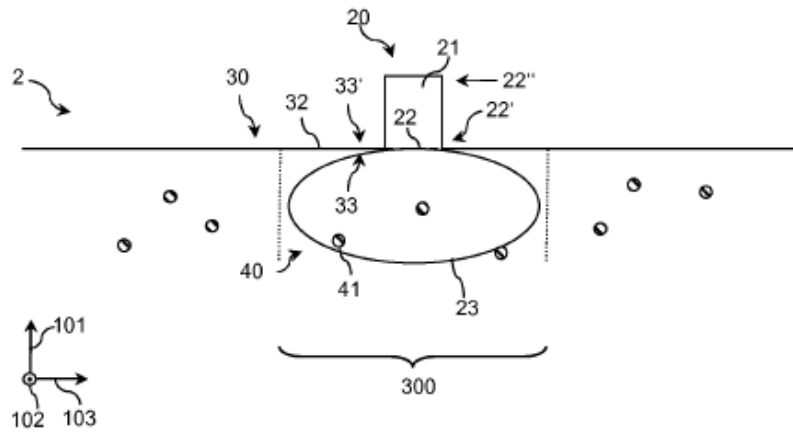


Fig. 2

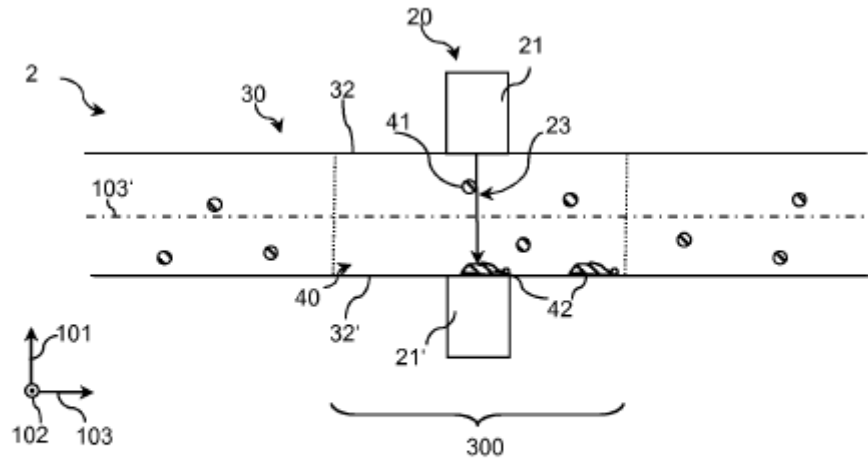


Fig. 3

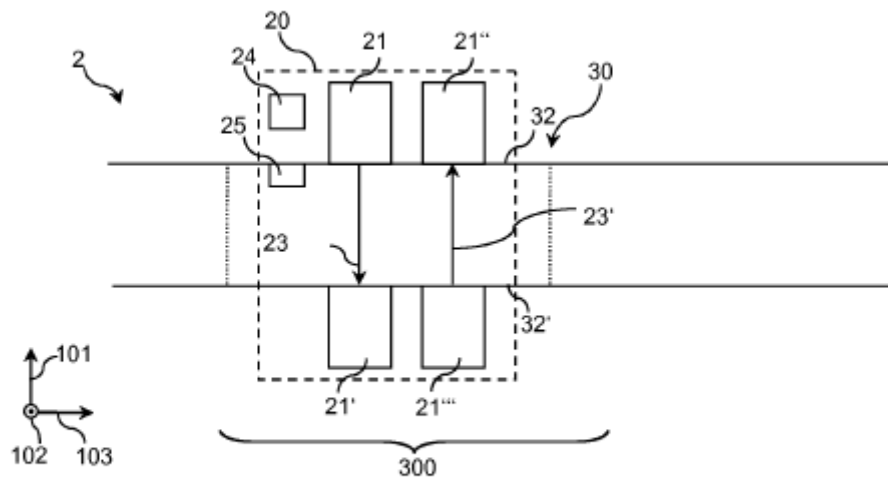


Fig. 4

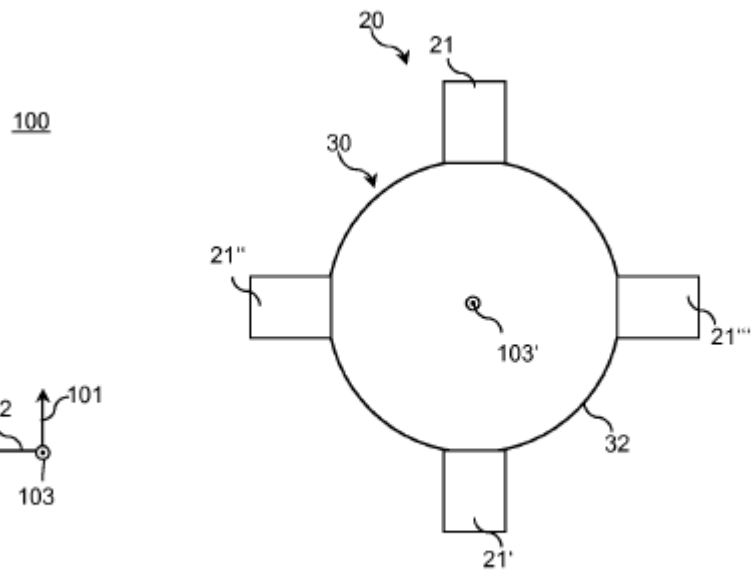


Fig. 5

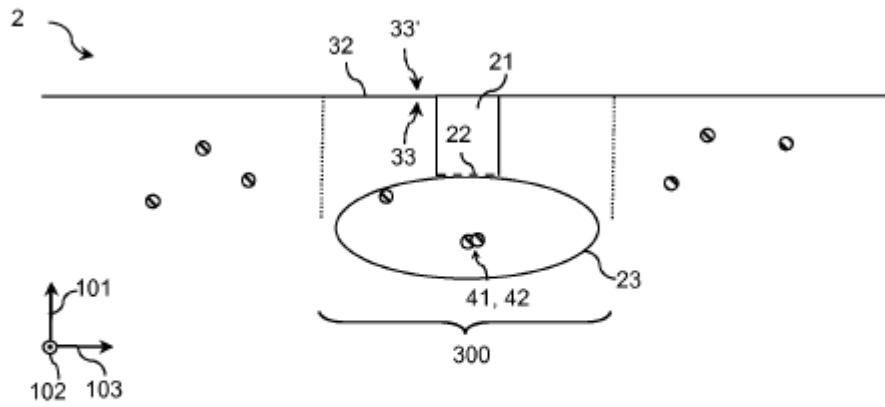


Fig. 6



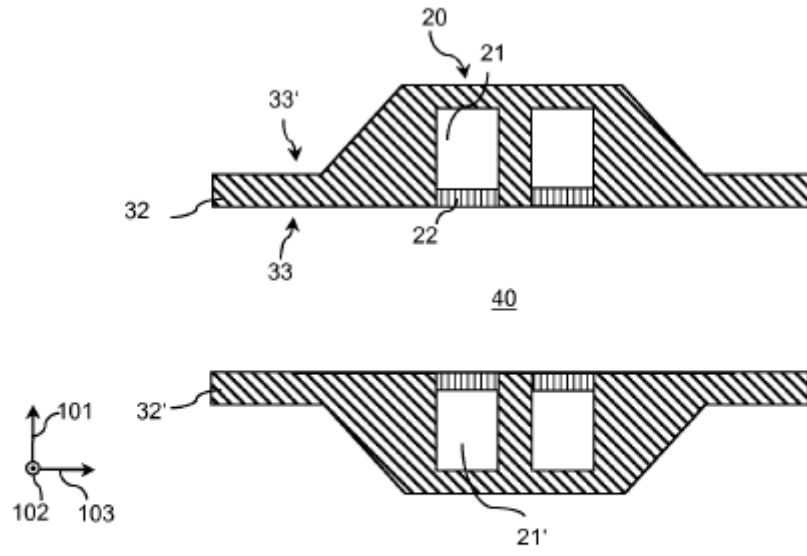


Fig. 7

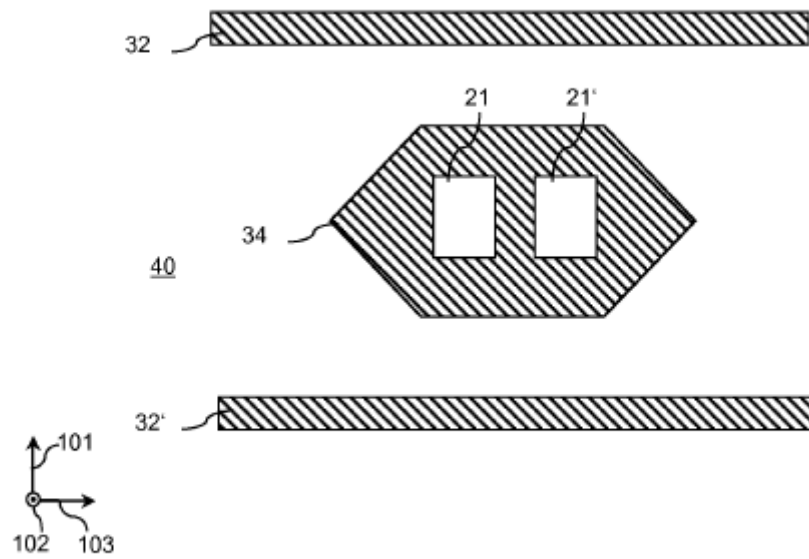


Fig. 8

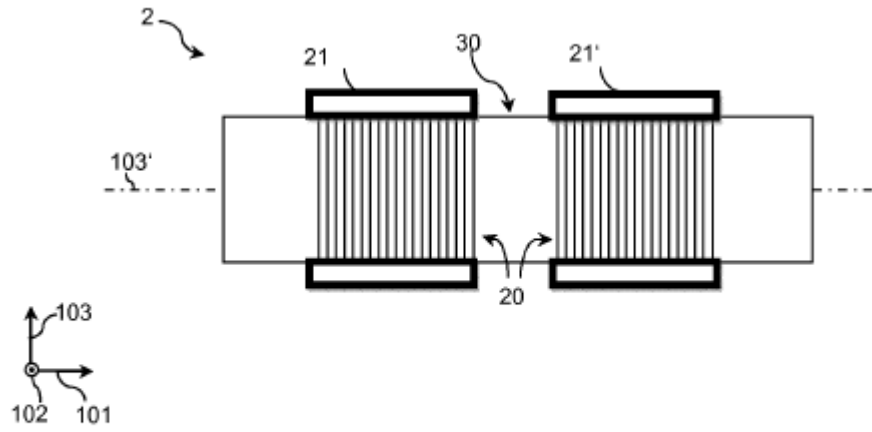


Fig. 9

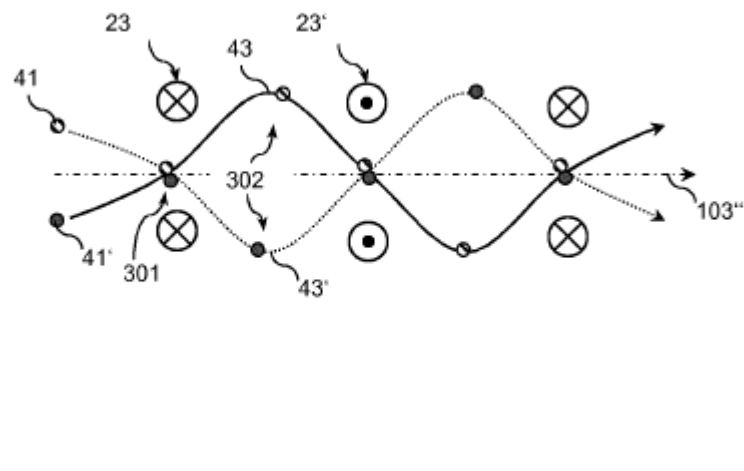


Fig. 10

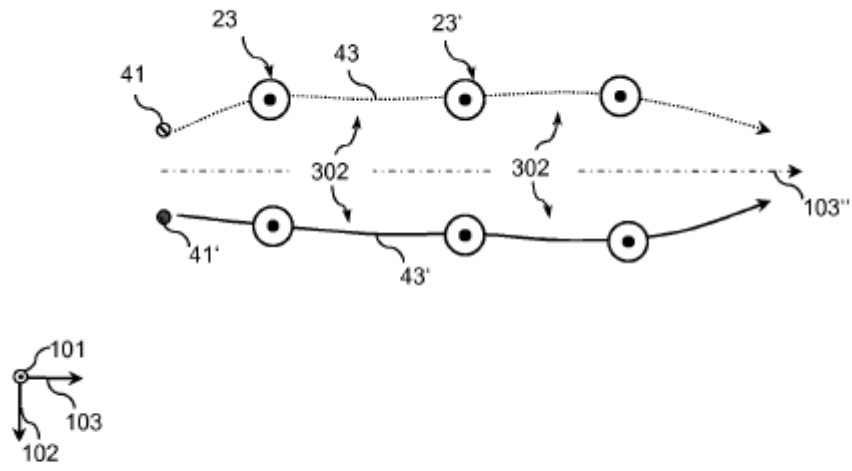


Fig. 11