

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 873**

51 Int. Cl.:

C25D 5/02	(2006.01)
C25D 7/04	(2006.01)
C25D 17/06	(2006.01)
C25D 17/12	(2006.01)
C25D 17/00	(2006.01)
C25D 17/08	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2013 PCT/EP2013/067471**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO2014037229**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2013 E 13750886 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 2893056**

54 Título: **Revestimiento galvánico de un producto a tratar mediante el uso de un ánodo interno**

30 Prioridad:

04.09.2012 DE 102012017493

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

26.05.2017

73 Titular/es:

**ATOTECH DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Erasmusstrasse 20
10553 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**LODICI, ROBERTO y
TRATZ, GUENTHER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 613 873 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

Revestimiento galvánico de un producto a tratar mediante el uso de un ánodo interno

5 **ÁMBITO TÉCNICO DE LA INVENCION**

La invención se refiere a un aparato, un sistema y un procedimiento para el revestimiento galvánico de un producto a tratar que presenta una cavidad, en particular, para el revestimiento galvánico usando un electrolito ácido, más particularmente usando un electrolito ácido para la precipitación de una aleación, por ejemplo, de un electrolito de zinc-níquel ácido.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Para el revestimiento de productos a tratar, tales como, por ejemplo, artículos de metal o piezas que presentan una superficie conductora, el producto a tratar se introduce, en los procedimientos convencionales de revestimiento, en un baño galvánico que se encuentra en un recipiente de tratamiento. En el recipiente de tratamiento se disponen, frente al producto a tratar, ánodos de metal. Cuando se aplica una tensión entre los ánodos de metal y el producto a tratar se produce una precipitación galvánica de metal en el producto a tratar.

15

20

Si el producto a tratar se va a revestir no sólo sobre una superficie exterior sino que presenta una cavidad, tales procedimientos convencionales pueden presentar deficiencias. Por ejemplo, la geometría del producto a tratar puede significar que la densidad de corriente que prevalece dentro de la cavidad del producto a tratar sea menor que en la superficie exterior, de modo que la cantidad de material o el espesor de material precipitado por unidad de superficie y tiempo en la superficie interior del producto a tratar sea más pequeña que en la superficie exterior del producto a tratar. Con el fin de garantizar también un espesor teórico determinado del revestimiento en la superficie interior puede ser necesario permitir que el proceso de tratamiento se lleve a cabo durante más tiempo de lo que sería necesario para lograr el espesor de capa teórico en la superficie exterior. Esto se traduce en un aumento de los costes del proceso. En relación con el uso posterior del producto a tratar también cabe la posibilidad de que no se desee un espesor variable del revestimiento.

25

El documento JP S59 43899 A, que sirve como base para el preámbulo de las reivindicaciones independientes, revela dispositivos de recubrimiento y procedimientos de recubrimiento en los que se utiliza un ánodo auxiliar reemplazable.

30

Los documentos JP S59 43896 A, DE 35 19 906 C1, US 6 103 076 A, DE 103 08 731 A1 y JP 2001 335993 A publican otros ejemplos para dispositivos de recubrimiento y procedimientos de recubrimiento en los que se dispone un electrodo, de manera que éste penetre al menos parcialmente en una cavidad de un producto a tratar.

RESUMEN

35

Existe una necesidad de aparatos, sistemas y procedimientos para el revestimiento galvánico que ofrezcan ventajas con respecto a los problemas arriba mencionados.

Este objetivo se consigue según la invención mediante un aparato, un sistema y un procedimiento con las características descritas en las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se definen otros ejemplos de realización.

40

Según una forma de realización se proporciona un aparato para el revestimiento galvánico de un producto a tratar que presenta una cavidad con una superficie interior a recubrir. El aparato está configurado para un acoplamiento separable con un recipiente de tratamiento. El aparato comprende una primera parte de bastidor que tiene un primer electrodo para sujetar y contactar eléctricamente el producto a tratar. El aparato comprende un soporte para un segundo electrodo que penetra en la cavidad del producto a tratar sujetado por el primer electrodo. El soporte está unido mecánicamente a la primera parte de bastidor de manera que el soporte quede aislado eléctricamente con respecto a la primera parte de bastidor. Para ese fin, el soporte puede estar ubicado en una segunda parte de bastidor, en donde la primera y segunda partes de bastidor se unen entre sí mecánicamente y se aíslan eléctricamente una respecto a la otra. Por consiguiente, el primer y segundo electrodo están aislados eléctricamente uno respecto al otro. Al conectar el aparato a una fuente de corriente/tensión adecuada es posible, al menos en el promedio de tiempo, polarizar el primer electrodo catódicamente y el segundo electrodo anódicamente. El aparato puede diseñarse de manera que se evite el contacto entre el segundo electrodo y el producto a tratar. El aparato se configura preferiblemente como un bastidor con la primera parte de bastidor y la segunda parte de bastidor. El aparato se configura para un acoplamiento separable mediante apoyos adecuados para sujetar el aparato en un recipiente de tratamiento. Para el tratamiento, el aparato con el producto a tratar sujetado en el mismo se hunde en el recipiente de tratamiento relleno con electrolito. Durante el tratamiento se sujeta mediante apoyos adecuados y se conecta eléctricamente. Por medio del aparato, el producto a tratar se puede posicionar en un baño galvánico,

55

actuando durante el tratamiento un ánodo interno en la cavidad. Gracias al ánodo interno es posible lograr un revestimiento eficiente de la superficie interior.

El soporte se puede sujetar en una segunda parte de bastidor. La primera parte de bastidor y la segunda parte de bastidor pueden estar unidas rígidamente entre sí de forma mecánica. El aparato puede comprender piezas de conexión eléctricamente aislantes que unan la primera parte de bastidor y la segunda parte de bastidor rígidamente la una a la otra. Las partes de bastidor y el soporte se pueden componer de un material eléctricamente conductor y se aíslan eléctricamente con respecto al electrolito de baño, por ejemplo, por medio de un revestimiento.

El segundo electrodo es un ánodo soluble. El ánodo se fija en el soporte. El ánodo se fija en el soporte de manera que se pueda montar y desmontar fácilmente, especialmente desmontar sin ser destruido, por ejemplo, con ayuda de unas pinzas, a fin de permitir un montaje y desmontaje rápido y económico. La fijación entre el ánodo y el soporte tiene una buena conductividad eléctrica. Para ello, el ánodo puede presentar una pieza de unión y el soporte la contrapieza correspondiente. La fijación entre el ánodo y el soporte puede ser una unión roscada. La pieza de unión puede presentar una rosca interior y la contrapieza una rosca exterior. También pueden utilizarse otros mecanismos de fijación, por ejemplo, un mecanismo de bayoneta o un mecanismo de bloqueo por encaje, para mantener el ánodo soluble en el soporte de la segunda parte de bastidor de manera que se pueda disolver sin ser destruido.

El segundo electrodo se compone de varios segmentos. Los segmentos de un segundo electrodo se sujetan y conectan eléctricamente a través de un perno de contacto común. El perno de contacto es el soporte para el segundo electrodo.

Los segmentos se pueden componer de un material soluble que se disuelve en el electrolito. Cuando el aparato está en uso, es posible fijar nuevos segmentos en el perno de contacto una vez los segmentos montados en último lugar en el perno de contacto se hayan disuelto o se hayan disuelto hasta tal punto que sea preciso reemplazarlos.

El perno de contacto se puede configurar de manera que no se disuelva durante el funcionamiento del aparato o se disuelva más lentamente que los segmentos del segundo electrodo fijados al mismo. El perno de contacto se puede componer de un material que no se disuelva en la polarización anódica.

Los segmentos se pueden componer del material metálico soluble con el que debe recubrirse el producto a tratar. Al menos dos de los varios segmentos montados en el mismo perno de contacto pueden componerse de materiales diferentes.

Los segmentos pueden ser rotacionalmente simétricos alrededor de un eje. Estos segmentos pueden ser esféricos, en forma de disco o cilíndricos.

Para la fijación en el perno de contacto, los segmentos pueden presentar un orificio continuo o una perforación continua a través de la cual pueda guiarse una sección del perno de contacto.

En el perno de contacto pueden montarse elementos de seguridad, a fin de asegurar la pluralidad de segmentos en el perno de contacto.

Un espaciador o varios espaciadores pueden acoplarse a al menos uno de los segmentos para crear una separación entre el segmento y la segunda parte de bastidor y/o un espacio entre el segmento y un segmento adicional. El espaciador puede disponerse en el perno de contacto. Para la sujeción en el perno de contacto, el separador puede presentar un orificio continuo o una perforación continua a través de la cual pueda guiarse una sección del perno de contacto.

El ánodo soluble y el soporte se pueden configurar para, en estado fijado, evitar que un líquido del electrolito entre en la contrapieza del soporte. El ánodo soluble y el soporte pueden presentar superficies de obturación que, cuando el ánodo soluble está fijado al soporte, encajen mutuamente de manera que se prevenga un paso de líquido del electrolito a través de las superficies de obturación mutuamente acopladas.

El aparato puede utilizarse para el revestimiento galvánico del producto a tratar con un metal, por ejemplo, cobre, níquel, zinc y estaño. El aparato puede utilizarse para el revestimiento galvánico del producto a tratar con un solo metal. En tal caso, el ánodo soluble se puede componer del metal.

El aparato puede utilizarse para el revestimiento galvánico del producto a tratar con una aleación que se compone, al menos, de un primer metal y un segundo metal. En este caso, es posible precipitar en el producto a tratar una cantidad mayor del primer metal que del segundo metal. Así, el ánodo soluble se puede componer del segundo metal. El primer metal puede ser de zinc (Zn). El segundo metal puede ser níquel (Ni).

Además del ánodo interno que penetra en la cavidad del producto a tratar, también pueden montarse ánodos externos en el recipiente de tratamiento, por ejemplo, en el borde del recipiente de tratamiento. En este caso, en el recipiente de tratamiento pueden montarse ánodos externos del primer metal y ánodos externos del segundo metal.

El primer electrodo puede presentar un primer eje longitudinal y el segundo electrodo puede presentar un segundo eje longitudinal. La dirección del primer eje longitudinal puede diferir de la horizontal, de manera que el primer electrodo se oriente oblicuamente hacia arriba en estado de tratamiento. Esto permite que el producto a tratar encaje en el primer electrodo y por lo tanto permite un asiento firme y un buen contacto eléctrico. La dirección del segundo eje longitudinal puede ser diferente de la dirección del primer eje longitudinal. Se configura de manera que se

obtenga un campo eléctrico homogéneo en la superficie de la cavidad.

El primer electrodo puede presentar una sección con una superficie exterior cónica. Para sujetar el producto a tratar, puede guiarse un orificio de sujeción del producto a tratar sobre la superficie exterior cónica del primer electrodo.

5 El segundo electrodo y el soporte para el segundo electrodo pueden ser de un tamaño tal que la superficie eléctricamente conductora del segundo electrodo se extienda fuera de la cavidad del producto a tratar. Un borde de la cavidad puede definir un plano del cual la superficie eléctricamente conductora del segundo electrodo sobresale hacia fuera de 10 a 30 mm, por ejemplo, 20 mm. El soporte puede configurarse de modo que no penetre en la cavidad del producto a tratar.

10 La primera parte de bastidor puede comprender una primera sección de contacto conectada de forma eléctricamente conductora al primer electrodo y diseñada para el acoplamiento separable con un primer contracontacto. La segunda parte de bastidor puede comprender una segunda sección de contacto diseñada para el acoplamiento separable con un segundo contracontacto, distanciándose la segunda sección de contacto de la primera sección de contacto y aislándose eléctricamente con respecto a la primera sección de contacto.

15 La primera parte de bastidor puede presentar una serie de primeros electrodos. Los primeros electrodos pueden presentar respectivamente la misma orientación. En la segunda parte de bastidor puede fijarse una serie de segundos electrodos que actúen respectivamente como un ánodo interno. Los segundos electrodos pueden presentar respectivamente la misma orientación. De esta manera se facilita el revestimiento galvánico simultáneo de varios componentes. En otras realizaciones, las posiciones relativas del primer electrodo y del segundo electrodo asignado en el aparato pueden variar, a fin de permitir el tratamiento de diferentes componentes.

20 Según otro ejemplo de realización se proporciona un sistema para el revestimiento galvánico de un producto a tratar que comprende el aparato, según un ejemplo de realización de la invención, y un recipiente de tratamiento. El recipiente de tratamiento comprende un dispositivo para apoyar mecánicamente y conectar eléctricamente el aparato con el producto a tratar mantenido en el mismo.

25 El primer y/o segundo contracontacto pueden sujetarse en el recipiente de tratamiento. El primer y/o segundo contracontacto pueden ser elásticamente deformables para garantizar un buen contacto eléctrico con la alimentación de corriente/tensión.

30 En el recipiente de tratamiento pueden montarse ánodos exteriores que son diferentes del ánodo interno. Los ánodos exteriores pueden montarse completamente fuera de la cavidad del producto a tratar. Pueden usarse ánodos exteriores de un primer metal y ánodos exteriores de un segundo metal diferente del mismo. El primer metal puede ser zinc (Zn). El segundo metal puede ser níquel (Ni). Un número de ánodos exteriores del primer metal puede ser mayor que un número de ánodos exteriores del segundo metal. Los segundos electrodos pueden componerse del segundo metal.

35 Los ánodos exteriores montados en el recipiente de tratamiento y los segundos electrodos fijados en la segunda parte de bastidor y que actúan como ánodos internos pueden configurarse de manera que un área de la superficie de los ánodos internos constituya del 3 al 30%, en particular del 5 al 20% y en particular del 7 al 15% de la superficie total de los ánodos que se utilizan en el recipiente de tratamiento.

40 El sistema puede concebirse de manera que, durante el servicio, una corriente que fluye a través de los segundos electrodos constituya una proporción del 3 al 30% de la corriente total que fluye a través de los diversos ánodos (ánodos internos y ánodos externos), en particular del 5 al 20% de la corriente total que fluye a través de los diversos ánodos y, en particular del 7 al 15% de la corriente total que fluye a través de los diversos ánodos.

El recipiente de tratamiento puede presentar un dispositivo para hacer circular el baño galvánico en el recipiente de tratamiento.

45 El aparato puede configurarse de manera que puedan conectarse en varios recipientes de tratamiento del sistema de un modo secuencial en el tiempo. Varios de los recipientes de tratamiento pueden presentar contracontactos que se diseñan para una conexión eléctricamente conductora con los contactos del aparato.

El sistema puede comprender el producto a tratar que se sujeta en el aparato de manera que el segundo electrodo penetre en la cavidad del producto a tratar sin tocar el producto a tratar.

50 De acuerdo con otra forma de realización se propone un procedimiento para el revestimiento galvánico de un producto a tratar que presenta una cavidad con una superficie interior a revestir. El producto a tratar se coloca en un aparato. El aparato comprende una primera parte de bastidor con un primer electrodo y un soporte unido mecánicamente a la primera parte de bastidor para un segundo electrodo, aislándose recíprocamente el primer electrodo y el segundo electrodo en el aparato. El producto a tratar se coloca en el aparato de manera que quede sujeto por el primer electrodo y de manera que el segundo electrodo penetre en la cavidad del producto a tratar. El aparato con el producto a tratar sujetado en el mismo se coloca de forma separable en un recipiente de tratamiento de modo que el producto a tratar se sumerja en un baño galvánico.

55 Otras características del procedimiento y los efectos respectivamente conseguidos corresponden a las características del aparato y del sistema de acuerdo con ejemplos de realización. El procedimiento se realiza con el aparato o el sistema según un ejemplo de realización.

En el procedimiento puede aplicarse una primera tensión entre el segundo electrodo y el primer electrodo o puede alimentarse una primera corriente. Puede aplicarse una segunda tensión entre los ánodos externos y el primer electrodo o alimentarse una segunda corriente. La primera y la segunda corriente o la primera y la segunda tensión pueden ajustarse independientemente la una de la otra por medio de diferentes fuentes de corriente o tensión.

- 5 Pueden utilizarse en general ejemplos de realización de la invención para el revestimiento de piezas metálicas o partes que presentan una superficie conductora.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 10 La invención se explica a continuación más detalladamente por medio de ejemplos de realización preferidos o ventajosos con referencia a los dibujos adjuntos.

Figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema según un ejemplo de realización.

Figura 2 es una vista desde arriba de un aparato.

Figura 3 es una vista lateral del aparato de la figura 2.

Figura 4 es una vista frontal en perspectiva de una parte del aparato de la figura 2.

- 15 Figura 5 es una vista lateral en perspectiva de una parte del aparato de la figura 2.

Figura 6 es una vista en perspectiva de una parte del aparato de la figura 2.

Figura 7 es una vista en sección a través de un soporte del aparato de la figura 2.

Figura 8 es una vista ampliada del soporte y del ánodo interno del aparato de la figura 2 cuando el ánodo interno no está fijado en el soporte.

- 20 Figura 9 es una vista en sección esquemática a través de un producto a tratar con una parte del aparato de la figura 2.

Figura 10 es una vista lateral de una parte del aparato de la figura 2 según un ejemplo de realización.

Figura 11 es una vista desde arriba de los contactos del aparato de la figura 2 y contracontactos para la alimentación de corriente.

- 25 Figura 12 es una vista lateral esquemática de un aparato según otro ejemplo de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS EJEMPLOS DE REALIZACIÓN

- 30 Los ejemplos de realización se describen en el contexto de un sistema para el tratamiento de un producto a tratar, en el que varias partes de piezas que presentan una superficie conductora se sumergen en un baño galvánico. Los aparatos, sistemas y procedimientos se pueden utilizar en general para el revestimiento de un producto a tratar que presenta una cavidad con una superficie interior y en el que no sólo una superficie exterior, sino también la superficie interior debe dotarse de un revestimiento. El revestimiento puede ser un revestimiento de un metal o de una aleación de varios metales. Por ejemplo, el producto a tratar puede dotarse de un revestimiento de zinc (Zn) y níquel (Ni), preferiblemente de un electrolito ácido, conteniendo el revestimiento una mayor proporción de Zn. No obstante, los aparatos, sistemas y procedimientos no se limitan al revestimiento con estos materiales. En las figuras, los números de referencia idénticos designan elementos idénticos.

- 35 La figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema 1 para el revestimiento galvánico de un producto a tratar según un ejemplo de realización. El sistema 1 comprende un recipiente de tratamiento 2 y un aparato 10. El aparato 10 se configura como un bastidor en el que se sujeta el producto a tratar y que además actúa como soporte para uno o varios ánodos internos que penetran en una cavidad del producto a tratar.

- 40 El recipiente de tratamiento 2 se llena durante el servicio con un baño galvánico. En el recipiente de tratamiento 2 se colocan ánodos externos 3, por ejemplo, ánodos solubles. Los ánodos externos 3 pueden fijarse en un borde del recipiente de tratamiento. Si el producto a tratar debe dotarse de un revestimiento que comprenda una aleación de un primer metal y de un segundo metal, algunos de los ánodos externos 3 pueden componerse del primer metal y los ánodos externos restantes 3 pueden componerse del segundo metal. Por ejemplo, el primer metal puede ser Zn y el segundo metal puede ser Ni. El producto a tratar puede revestirse de modo que el revestimiento comprenda una mayor proporción de Zn y una menor proporción de Ni, por ejemplo 10% de Ni.

- 45 Adicionalmente a los ánodos externos 3, en el sistema 1 se utilizan uno o varios ánodos internos. Cada ánodo interno penetra en una cavidad del producto a tratar. El ánodo interno se monta en el aparato 10 que también presenta un primer electrodo que sirve como cátodo, en el que se sujeta el producto a tratar. El aparato 10 se puede acoplar de forma separable reversiblemente con el recipiente de tratamiento 2 que comprende un dispositivo receptor para la sujeción y el contacto del aparato 10. Por ejemplo, el aparato 10 puede colocarse en el recipiente de tratamiento 2 de modo que el producto a tratar sujetado en el aparato 10 se sumerja en el baño galvánico. Un

dispositivo receptor 4 del recipiente de tratamiento 2 puede presentar caras de contacto 5 en las que puede colocarse el aparato 10. Puede suministrarse tensión por medio de los contactos en el aparato 10 y los correspondiente contracontactos 6, 7 en el recipiente de tratamiento 2. Puede llevarse a cabo una alimentación de corriente en el aparato 10 en dos puntos separados en el espacio. En este caso se genera una diferencia de potencial entre el ánodo interno, colocado en el aparato 10, y el cátodo que mantiene el producto a tratar. El contracontacto 6, con el que, por ejemplo, puede llevarse el cátodo del aparato 10 a un potencial negativo, y el contracontacto 7, con el que, por ejemplo, puede llevarse el ánodo interior a un potencial positivo, se pueden fijar en el recipiente de tratamiento 2. La alimentación de corriente de los ánodos externos no se representa. Las configuraciones del aparato 10 se describen más detalladamente con referencia a las figuras 2 a 12, describiéndose, en referencia a la figura 10 según los ejemplos de realización reivindicados, una configuración en la que el segundo electrodo se compone de varios segmentos que pueden colocarse en un soporte y separarse unos de otros independientemente.

La figura 2 muestra una vista desde arriba del aparato 10 y la figura 3 muestra una vista lateral del aparato 10. El aparato 10 actúa como un bastidor para los primeros electrodos utilizados como cátodos que sujetan el producto a tratar, y para los segundos electrodos utilizados como ánodos internos que penetran en una cavidad del producto a tratar.

El aparato 10 presenta una barra de soporte 13. La barra de soporte 13 tiene superficies de apoyo 14 que pueden colocarse sobre superficies de contacto 5 del dispositivo receptor 4. En el aparato 10 se prevén contactos 16, 17 para una alimentación de corriente.

En general, el aparato 10 comprende una primera parte de bastidor 11 y una segunda parte de bastidor 12. La primera parte de bastidor 11 y la segunda parte de bastidor 12 se unen mecánicamente entre sí. La primera parte de bastidor 11 y la segunda parte de bastidor 12 pueden unirse rígidamente la una a la otra. El aparato 10 puede comprender varias piezas de unión 15 que unen de forma rígida la primera parte de bastidor 11 y la segunda parte de bastidor 12 entre sí. Las piezas de unión 15 se pueden componer de un material eléctricamente aislante.

La primera parte del bastidor 11 y la segunda parte del bastidor 12 pueden presentar en su superficie un revestimiento eléctricamente aislante, por ejemplo, a base de politetrafluoroetileno (PTFE). Sin embargo, un revestimiento de este tipo deja al descubierto las superficies de los primeros electrodos 21 y de los segundos electrodos 22 que se describen a continuación. En el interior, la primera parte de bastidor 11 y la segunda parte de bastidor 12 presentan respectivamente un material eléctricamente conductor, por ejemplo, cobre, latón, titanio, que forma una conexión eléctricamente conductora entre el primer contacto 16 y los primeros electrodos 21 que actúan como cátodos, o una conexión eléctricamente conductora entre el segundo contacto 17 y los segundos electrodos 22 que actúan como ánodos internos. El primer electrodo 21 puede componerse de acero inoxidable. Puede soldarse en el primer bastidor.

La primera parte de bastidor 11 presenta un primer electrodo 21. La primera parte de bastidor 11 puede presentar una serie de primeros electrodos 21. Los primeros electrodos 21 se configuran respectivamente para sujetar un producto a tratar 8. Por ejemplo, un primer electrodo 21 puede introducirse en un orificio de paso correspondiente u otra escotadura del producto a tratar 8, de modo que el producto a tratar 8 quede sujeto en el primer electrodo 21. Por medio del primer electrodo 21, el producto a tratar puede polarizarse negativamente, es decir catódicamente, durante el servicio del sistema 1, a fin de llevar a cabo un proceso de revestimiento galvánico.

En la segunda parte del bastidor 12 se fija al menos un segundo electrodo 22. La segunda parte de bastidor 12 presenta al menos un soporte 23. La segunda parte del bastidor 12 puede presentar una serie de soportes 23. En el soporte 23 se fija un segundo electrodo 22. En general, en la segunda parte de bastidor 12 pueden fijarse varios segundos electrodos 22. Cada segundo electrodo 22 puede asignarse a un primer electrodo 21. Los segundos electrodos 22 actúan como ánodos internos durante el servicio. Los segundos electrodos 22 se disponen de manera que un segundo electrodo 22 penetre respectivamente en una cavidad del producto a tratar 8 que se sujeta en un primer electrodo 21 asignado.

Durante el servicio se lleva a cabo una alimentación de corriente por medio de los contactos 16, 17 en el aparato y los contracontactos 6, 7 asignados a éstos en el recipiente de tratamiento. Una tensión aplicada entre los contracontactos 6, 7 puede causar, a través de la primera pieza de bastidor 11 y la segunda pieza de bastidor 12, una diferencia de potencial entre los primeros electrodos 21 y los segundos electrodos 22 asignados a éstos. Todos los primeros electrodos 21 pueden mantenerse en el mismo potencial eléctrico negativo. Todos los segundos electrodos 22 pueden mantenerse en el mismo potencial eléctrico positivo.

Gracias al uso del segundo electrodo 22, que penetra en la cavidad del producto a tratar 8, es posible conseguir en el revestimiento galvánico una mayor densidad de corriente en la cavidad del producto a tratar 8. También es posible obtener un espesor más uniforme del revestimiento en las superficies interiores y exteriores del producto a tratar 8. Mediante la utilización del aparato 10 con la primera parte de bastidor 11 y la segunda parte del bastidor 12 puede lograrse una disposición sencilla y dimensionalmente estable de los ánodos internos relativamente respecto al producto a tratar 8.

En la figura 4 y la figura 5 se representa más claramente en unas vistas en perspectiva ampliadas la disposición del primer electrodo 21 y del segundo electrodo 22 para el campo 19 de la figura 3.

El producto a tratar 8 presenta una cavidad 9 cuya superficie también debe dotarse de un revestimiento. A fin de colocar el producto a tratar 8 en el aparato 10, es posible guiar a través del primer electrodo 21 una escotadura 25 del producto a tratar 8, por ejemplo, un orificio de paso. El producto a tratar 8 es sujetado por el primer electrodo 21 y contacta eléctricamente. El primer electrodo 21 puede presentar una sección con una superficie exterior con forma cónica 24. El producto a tratar 8 puede sujetarse de manera que encaje en la superficie exterior con forma cónica 24. El primer electrodo 21 puede sujetar el producto a tratar 8 de modo que un eje longitudinal de la escotadura 25 se incline contra un primer eje longitudinal 31 del primer electrodo 21.

El soporte 23 y el segundo electrodo 22 fijado en el mismo se disponen de manera que el segundo electrodo 22 penetre en la cavidad 9. El segundo electrodo 22 se dispone de modo que no toque el producto a tratar 8 sujetado por el primer electrodo asignado 21. El segundo electrodo 22 puede penetrar fundamentalmente de forma centrada en la cavidad 9. No obstante también son posibles otras disposiciones en cuanto al espacio.

El primer electrodo 21 puede presentar un primer eje longitudinal 31. El segundo electrodo 22 puede presentar el segundo eje longitudinal 32 (representado en la figura 7). En estado de uso del aparato 10, tanto el primer eje longitudinal 31 como el segundo eje longitudinal 32 se pueden inclinar relativamente respecto a una dirección horizontal. El primer eje longitudinal 31 y el segundo eje longitudinal 32 pueden presentar diferentes direcciones.

Si el producto a tratar 8 debe dotarse de un revestimiento que comprende un primer metal y un segundo metal, el segundo electrodo 22 se puede componer del primer metal o del segundo metal. Si el producto a tratar 8 debe recubrirse de manera que el revestimiento comprenda una proporción mayor del primer metal y una proporción menor del segundo metal, el segundo electrodo 22 puede componerse del segundo metal. El recipiente de tratamiento 2 puede presentar un mayor número de ánodos externos 3 del primer metal que del segundo metal. El segundo electrodo 22 usado como ánodo interno se puede componer del metal para el que se ha colocado un menor número de ánodos externos 3 en el recipiente de tratamiento. El primer metal puede ser, por ejemplo, Zn. El segundo metal puede ser, por ejemplo, Ni.

La superficie de los ánodos externos 3 y la superficie de los segundos electrodos 22 que actúan como ánodos internos pueden coordinarse entre sí en el sistema 1. Los ánodos externos 3 y los segundos electrodos 22 fijados en la segunda parte de bastidor 12, pueden configurarse de manera que una superficie de los ánodos internos 22 constituya del 3 al 30% de la superficie total de los ánodos. El sistema 1 puede configurarse de modo que, durante el servicio, una corriente que fluye a través de los segundos electrodos 22 constituya una proporción del 3 al 30% de la corriente total que fluye a través de los diversos ánodos (ánodos internos 22 y ánodos externos 3).

Si el producto a tratar se reviste, los segundos electrodos 22 pueden ser solubles en el electrolito. Los segundos electrodos 22 se pueden unir a los soportes 23 de la segunda parte de bastidor 12 de manera que con elementos sencillos, como por ejemplo, unas pinzas, puedan acoplarse de forma separable sin ser destruidos a los soportes 23 y fijarse en los mismos. Esto se describe con más detalle, por ejemplo, en relación con un segundo electrodo 22 con referencia a las figuras 6 a 8. Para un aparato 10 en el que se montan varios segundos electrodos 22, que se utilizan como ánodos internos, puede utilizarse varias veces una configuración correspondiente.

La figura 6 muestra una vista en perspectiva de una sección de la primera parte de bastidor 11. Una superficie de la primera parte de bastidor 11 presenta un revestimiento eléctricamente aislante 18. El revestimiento 18 también puede cubrir una superficie exterior del soporte 23. Sin embargo, el soporte 23 presenta una superficie eléctricamente conductora para un acoplamiento con el segundo electrodo 22. Un extremo 26 del soporte 23 se puede posicionar de manera que el extremo 26 no penetre en la cavidad 9.

La figura 7 muestra una vista en sección a lo largo de un eje longitudinal 32 del segundo electrodo 22 y del soporte 23 si el segundo electrodo 22 se fija en el soporte 23. La figura 8 muestra una representación ampliada en un estado en el que el segundo electrodo 22 no se fija en el soporte 23.

El segundo electrodo 22 y el soporte 23 presentan elementos de acoplamiento con los que el segundo electrodo 22 se puede fijar en el soporte 23 de manera que pueda volver a soltarse del soporte 23 sin ser destruido. Para ello, el segundo electrodo 22 puede presentar una rosca interna 33, y el soporte 23 puede presentar una rosca exterior 34 adecuada. Son posibles otras configuraciones. Por ejemplo, el segundo electrodo 22 puede presentar una rosca externa y el soporte 23 puede presentar una rosca interna correspondiente. El mecanismo de fijación se configura de manera que se establezca una conexión eléctricamente conductora.

A fin de proteger el mecanismo de sujeción, el soporte 23 y el segundo electrodo 22 pueden configurarse de modo que formen una obturación 24 si el segundo electrodo 22 se fija en el soporte 23. El segundo electrodo 22 puede presentar una superficie de obturación 35 en un extremo axial. El soporte 23 puede presentar una superficie de obturación 36 correspondiente en un extremo axial. Si el segundo electrodo 22 se une al soporte 23, las superficies de obturación 35, 36 pueden entrar en contacto una con otra de manera que se forme una obturación 24 para evitar una entrada del electrolito.

Gracias al mecanismo de sujeción separable para la fijación de un ánodo soluble, el ánodo soluble puede reemplazarse fácilmente cuando sea necesario. En particular, los segundos electrodos 22 del aparato 10 se pueden reemplazar por ánodos solubles nuevos.

El segundo electrodo 22 no tiene que estar dispuesto totalmente en la cavidad 9 del producto a tratar 8, sino que puede sobresalir hacia el exterior de la cavidad 9.

La figura 9 muestra una vista en sección a lo largo del eje longitudinal del segundo electrodo 22. El segundo electrodo 22 penetra en la cavidad 9. La cavidad 9 presenta como borde lateral una superficie interior 51 del producto a tratar. El segundo electrodo 22 se dispone de modo que se distancie del producto a tratar 8 y no lo toque. Una sección del segundo electrodo 22 adyacente al soporte 23 puede disponerse fuera de la cavidad 9. El segundo electrodo 22 puede sobresalir hacia el exterior de la cavidad 9 en una longitud 53. La longitud 53 puede determinarse como la distancia entre un extremo del segundo electrodo 22 y un plano 52. La longitud 53 puede ser, por ejemplo, de 10 a 30 mm. Así puede lograrse una mejor precipitación de metal, por ejemplo, en el borde de la cavidad 9.

En los aparatos de acuerdo con los ejemplos de realización, el soporte y/o el segundo electrodo pueden presentar configuraciones distintas de las descritas con referencia a las figuras 6 a 8. El segundo electrodo se compone especialmente de una serie de segmentos individuales que se pueden separar del soporte y/o montar en el soporte independientemente unos de otros. El acoplamiento entre el segundo electrodo y el soporte puede llevarse a cabo de otro modo que no sea el de una unión roscada.

La figura 10 muestra una vista lateral a lo largo del eje longitudinal de un segundo electrodo 42. En el aparato 10 de la figura 2, como se describe con referencia a la figura 10, puede utilizarse una configuración del soporte y del segundo electrodo 42. Al menos un segundo electrodo 42 se fija en la segunda parte de bastidor 12 del aparato 2. La segunda parte de bastidor 12 presenta al menos un soporte que es un perno de contacto 43. La segunda parte de bastidor 12 puede presentar una serie de pernos de contacto 43 que actúen respectivamente como un soporte para un segundo electrodo. El segundo electrodo 42 se fija en el perno de contacto 43. En total pueden fijarse en la segunda parte de bastidor 12 varios segundos electrodos 42.

El perno de contacto 43 y el segundo electrodo 42 fijado al mismo se disponen de manera que el segundo electrodo 42 penetre en la cavidad 9 si el producto a tratar queda sujetado por el primer electrodo 21. El segundo electrodo 42 se dispone de modo que no toque el producto a tratar 8 sujetado por el primer electrodo asignado 21.

El segundo electrodo 42 puede estar compuesto de varios segmentos 45-48. Estos segmentos 45-48 se pueden montar en el perno de contacto 43 y retirar del perno de contacto 43 independientemente uno del otro. Los segmentos 45-48 pueden ajustarse unos a otros si están montados en el perno de contacto 43.

Los segmentos 45-48 del segundo electrodo 42 pueden sujetarse y entrar eléctricamente en contacto a través del perno de contacto común 43. Los segmentos 45-48 y el perno de contacto 43 se pueden configurar de manera que el perno de contacto 43 toque y entre eléctricamente en contacto con cada uno de los segmentos 45-48 si los segmentos 45-48 están montados en el perno de contacto 43.

El perno de contacto 43 se puede configurar de manera que no se disuelva en el electrolito durante el servicio del aparato 10. El perno de contacto 43 puede configurarse de modo que se disuelva más lentamente, especialmente mucho más lentamente, que al menos uno de los segmentos 45-48 durante el funcionamiento del aparato 10. El perno de contacto 43 puede ser recto o curvado.

Los segmentos 45-48 del segundo electrodo 42 se pueden componer respectivamente de un material soluble con el que debe recubrirse el producto a tratar 8. Los segmentos 45-48 se disuelven durante el funcionamiento del aparato 10. Si el producto a tratar 8 se reviste, todos los segmentos 45-48 pueden componerse de un material metálico soluble en el electrolito.

Los segmentos 45-48 del segundo electrodo 42 montados en el mismo perno de contacto 43 pueden componerse de diferentes materiales. En particular, el material de al menos dos de los segmentos 45-48 puede ser diferente. Al menos dos de los segmentos 45-48 pueden componerse de diferentes materiales.

El perno de contacto 43 en el que se montan los segmentos 45-48 se puede componer de un material que es diferente del material de al menos uno de los segmentos 45-48.

El perno de contacto 43 se puede componer de un material que no se disuelva en la polarización anódica. El perno de contacto 43 se puede componer, por ejemplo, de titanio o niobio.

Los segmentos 45-48 del segundo electrodo 42 se pueden montar en el perno de contacto 43 de diferentes maneras. Al menos uno de los segmentos 45-48 del segundo electrodo 42 puede presentar una escotadura 49 a través de la cual pueda pasar el perno de contacto 43. La escotadura 49 puede configurarse como un agujero de paso o una perforación en los segmentos 45-48 correspondientes. Cabe la posibilidad de ajustar respectivamente un diámetro interior de la escotadura 49 al diámetro exterior del perno de contacto 43. El segundo electrodo 42 puede configurarse de manera que cada uno de los segmentos 45-48, montados en un perno de contacto 43, presente la escotadura 49 a través de la cual se guía el perno de contacto 43.

Es posible utilizar otros tipos de unión para montar al menos uno de los segmentos 45-48 en el perno de contacto. Por ejemplo, al menos uno de los segmentos 45-48 se puede montar en el perno de contacto 43 por medio de una unión roscada, de manera similar a la descrita en referencia a la figura 8.

Los segmentos 45-48 pueden presentar respectivamente una geometría idéntica. Los segmentos 45-48 pueden ser rotacionalmente simétricos alrededor de un eje central de la escotadura 49. Los segmentos 45-48 pueden ser, por ejemplo, esféricos, en forma de disco o cilíndricos.

5 A fin de asegurar los segmentos 45-48 en el perno de contacto 43, el aparato 10 puede comprender un dispositivo de seguridad 44. El dispositivo de seguridad 44 se puede colocar en el perno de contacto 43 para evitar que los segmentos 45-48 se separen involuntariamente del perno de contacto 43. El dispositivo de seguridad 44 se puede sujetar de forma separable sin ser destruido en un extremo libre del perno de contacto 43 que no esté colocado en la segunda parte de bastidor 12. El dispositivo de seguridad 44 puede comprender, por ejemplo, una tuerca en acoplamiento roscado con una rosca del perno de contacto 43 o un elemento de seguridad tipo férula.

10 Gracias al mecanismo de fijación, que puede separarse sin ser destruido, para la sujeción de los segmentos 45-48 del segundo electrodo soluble 43, los segmentos 45-48 pueden cambiarse fácilmente si es necesario. Especialmente es posible reemplazar al menos uno o todos los segmentos 45-48 para cada segundo electrodo 42 del aparato 10. Con esta finalidad pueden fijarse nuevos segmentos 45-48 en el perno de contacto correspondiente 43.

15 Un espaciador o varios espaciadores pueden acoplarse a al menos uno de los segmentos 45-48. Puede preverse un espaciador a fin de crear una distancia entre el segmento 45 y la segunda parte de bastidor 12. Alternativa o adicionalmente puede preverse un espaciador para establecer una distancia entre uno de los segmentos 45-48 y un segmento directamente adyacente 45-48. El espaciador puede montarse en el perno de contacto 43. Para la fijación del perno de contacto 43, el separador puede presentar un orificio continuo o una perforación continua a través de la cual pueda guiarse una sección del perno de contacto 43.

20 La figura 11 ilustra una configuración de una conexión eléctricamente conductora entre los contactos 16, 17 del aparato 10 y los contracontactos 6, 7. Durante el funcionamiento del sistema 1 se aplica, por medio del aparato 10, una tensión entre los segundos electrodos 22 utilizados como ánodos internos y los primeros electrodos 21 utilizados como cátodos que sujetan el producto a tratar. Los contactos 16, 17 del aparato 10 se acoplan de forma eléctricamente conductora a los contracontactos 6, 7 que pueden montarse en el recipiente de tratamiento 2. Los
25 contracontactos 6, 7 pueden estar formados respectivamente por piezas metálicas elásticas, por ejemplo, mordazas de contacto 55-58 apoyadas elásticamente, a fin de compensar las imprecisiones dimensionales de los contactos 16, 17.

Los aparatos con una primera parte de bastidor 11 y un soporte 23 para un ánodo interno, como se han descrito en referencia a las figuras 1 a 11, se pueden utilizar en una pluralidad de sistemas para el revestimiento galvánico. En particular, el aparato 10 puede utilizarse en sistemas que comprendan varios recipientes de tratamiento. El aparato 30 10 con el producto a tratar sujetado en el mismo puede transferirse de un recipiente de tratamiento a otro recipiente de tratamiento.

La figura 12 es una representación esquemática de un sistema 61 para el revestimiento galvánico. El sistema 61 comprende el recipiente de tratamiento 2 y un recipiente de tratamiento adicional 62. El recipiente de tratamiento 35 adicional 62 puede presentar una alimentación de tensión para el aparato 10. El recipiente de tratamiento adicional 62 puede comprender ánodos externos 63. Alternativamente, el recipiente de tratamiento adicional 62 puede utilizarse para lavar el producto a tratar o para el tratamiento puramente químico del producto a tratar. Pueden preverse recipientes de tratamiento adicionales.

40 Durante el funcionamiento del sistema 61, el aparato 10 se coloca en el recipiente de tratamiento 2. En el recipiente de tratamiento 2 se encuentra un baño galvánico 64 hasta un nivel 65. Para un tratamiento posterior en el recipiente de tratamiento adicional 62, el aparato 10 se transfiere al recipiente de tratamiento adicional 62. En el recipiente de tratamiento adicional 62 se acumula un líquido de tratamiento 66 hasta un nivel 67. El aparato 10 se coloca en el recipiente de tratamiento adicional 62 de manera que el producto a tratar 8 se sumerja en el líquido de tratamiento 66.

45 En otros ejemplos de realización pueden llevarse a cabo modificaciones del ejemplo de realización representado en las figuras y descrito en detalle.

El aparato también puede configurarse de modo que sólo presente un segundo electrodo que actúe como un ánodo interno y un primer electrodo asignado.

50 Mientras que la cavidad del producto a tratar puede presentar una forma cilíndrica, los aparatos y procedimientos también pueden utilizarse con cavidades de diferentes formas.

La forma del segundo electrodo se puede adaptar a la forma de la cavidad, a fin de generar en la cavidad una densidad de corriente homogénea. Por ejemplo, la varilla de electrodo puede presentar un engrosamiento o ser curvada. También pueden disponerse en una cavidad dos o más segundos electrodos. Además, el segundo electrodo también puede estar parcialmente rodeado por una capa aislante para reducir una precipitación en puntos 55 determinados de la cavidad.

Los aparatos, sistemas y procedimientos de acuerdo con los distintos ejemplos de realización pueden utilizarse en el tratamiento de productos metálicos u otras piezas con una superficie conductora que presenten una cavidad. Un ejemplo de un producto a tratar de este tipo es una pinza portapastillas. Los aparatos, sistemas y procedimientos de

acuerdo con los distintos ejemplos de realización se pueden utilizar especialmente para el revestimiento galvánico de un producto a tratar que presenta una superficie interior a recubrir.

Lista de referencias

5	1	Sistema para el revestimiento galvánico
	2	Recipiente de tratamiento
	3	Ánodo externo
	4	Dispositivo receptor
	5	Superficie de contacto
10	6, 7	Contracontacto
	8	Producto a tratar
	9	Cavidad
	10	Aparato para el revestimiento galvánico
	11	Primera parte de bastidor
15	12	Segunda parte del bastidor
	13	Barra de soporte
	14	Superficie de apoyo
	15	Pieza de unión
	16, 17	Contacto
20	18	Revestimiento aislante
	19	Zona ampliada
	21	Primer electrodo
	22	Segundo electrodo
	23	Soporte
25	24	Sección con superficie exterior en forma de cono
	25	Escotadura
	26	Extremo del soporte
	31	Primer eje longitudinal del primer electrodo
	32	Segundo eje longitudinal del segundo electrodo
30	33	Rosca interior
	34	Rosca exterior
	35, 36	Superficie de obturación
	42	Segundo electrodo
	43	Perno de contacto
35	44	Dispositivo de seguridad
	45-48	Segmentos de electrodo
	49	Escotadura
	51	Superficie interior a recubrir
	52	Plano de borde
40	53	Longitud
	55-58	Mordazas de contacto
	61	Sistema para el revestimiento galvánico

- 62 Recipiente de tratamiento adicional
- 63 Ánodos externos
- 64 Baño galvánico
- 65 Nivel
- 5 66 Líquido de tratamiento
- 67 Nivel.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para un revestimiento galvánico de un producto a tratar (8) que presenta una cavidad (9) con una superficie interior (51) a recubrir, configurándose el aparato (10) para un acoplamiento separable a un recipiente de tratamiento (2) y comprendiendo:
- 5 una primera parte de bastidor (11) que presenta un primer electrodo (21) para sujetar y contactar eléctricamente el producto a tratar (8), y una segunda parte de bastidor (12) que presenta un soporte (43) para un segundo electrodo (42), configurándose el soporte (43) para fijar el segundo electrodo (42) de manera que el segundo electrodo (42) penetre en la cavidad (9) del producto a tratar (8) sujetado por el primer electrodo (21) sin entrar en contacto con el
- 10 producto a tratar (8), siendo el soporte un perno de contacto (43), uniéndose mecánicamente entre sí la primera parte del bastidor (11) y el soporte (43) y aislándose eléctricamente de forma recíproca el primer electrodo (21) y el segundo electrodo (42),
- siendo el segundo electrodo (42) un ánodo soluble que se fija en el soporte (43), presentando el ánodo soluble una sección de unión (49) para la fijación en el soporte (43) de manera que pueda
- 15 separarse sin ser destruido,
- caracterizado por que el segundo electrodo (42) se compone de varios segmentos (45-48), por que los segmentos (45-48) se pueden colocar en el perno de contacto (43) independientemente unos de otros y por que los segmentos (45-48) se pueden separar del perno de contacto (43) independientemente unos de otros y por que el perno de contacto (43) y los segmentos (45-48) se configuran de manera que el perno de contacto (43) toque y contacte
- 20 eléctricamente cada uno de los segmentos si los segmentos (45-48) están colocados en el perno de contacto (43).
2. Aparato según la reivindicación 1, presentando el primer electrodo (21) un primer eje longitudinal (31) y presentando el segundo electrodo (42) un segundo eje longitudinal que es diferente del primer eje longitudinal (31).
- 25 3. Aparato según la reivindicación 1 ó 2, comprendiendo el aparato (10) una primera sección de contacto (16) unida de forma eléctricamente conductora al primer electrodo (21) y diseñada para un acoplamiento separable a un primer contracontacto (6), y comprendiendo el aparato (10) una segunda sección de contacto (17) unida de forma eléctricamente conductora al segundo electrodo (42) y diseñada para un acoplamiento separable a un segundo contracontacto (7), separándose la segunda sección de contacto (17) de la primera sección de contacto (16) y
- 30 aislándose eléctricamente contra la primera sección de contacto (16).
4. Sistema para el revestimiento galvánico de un producto a tratar (8) que comprende el aparato (10) según la reivindicación 3 y un recipiente de tratamiento (2) en el que se fijan el primer contracontacto (6) y el segundo contracontacto (7), siendo posible deformar elásticamente el primer contracontacto (6) y/o el segundo contracontacto (7).
- 35 5. Procedimiento para el revestimiento galvánico de un producto a tratar (8) que presenta una cavidad (9) con una superficie interior (51) a recubrir, comprendiendo el procedimiento:
- la colocación del producto a tratar (8) en un aparato (10) que comprende una primera parte de bastidor (11) con un
- 40 primer electrodo (21) y un soporte (43) con un segundo electrodo (42) unido mecánicamente a la primera parte de bastidor (11), aislándose eléctricamente de forma recíproca el primer electrodo (21) y el segundo electrodo (42), colocándose el producto a tratar (8) en el aparato (10) de manera que quede sujetado por el primer electrodo (21) y de manera que el segundo electrodo (42) penetre en la cavidad (9) del producto a tratar (8), y la colocación separable del aparato (10) con el producto a tratar (8) en un recipiente de tratamiento (2) de modo que el producto a
- 45 tratar (8) se sumerja en un baño galvánico (64), caracterizado por que el procedimiento se realiza con el aparato (10) según una de las reivindicaciones 1-3.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, comprendiendo el procedimiento además:
- 50 la sustitución del ánodo soluble por otro ánodo soluble.

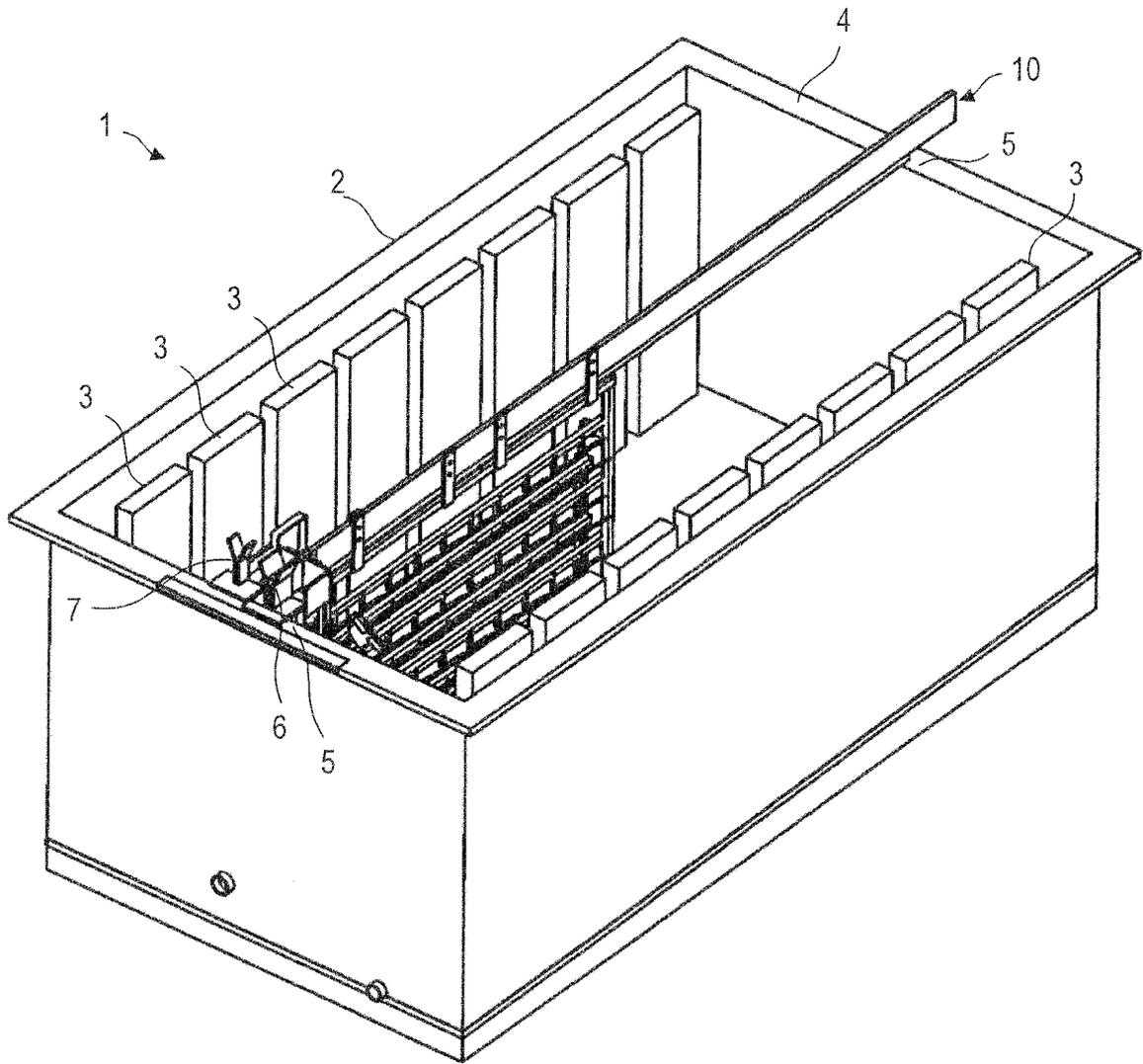


FIG. 1

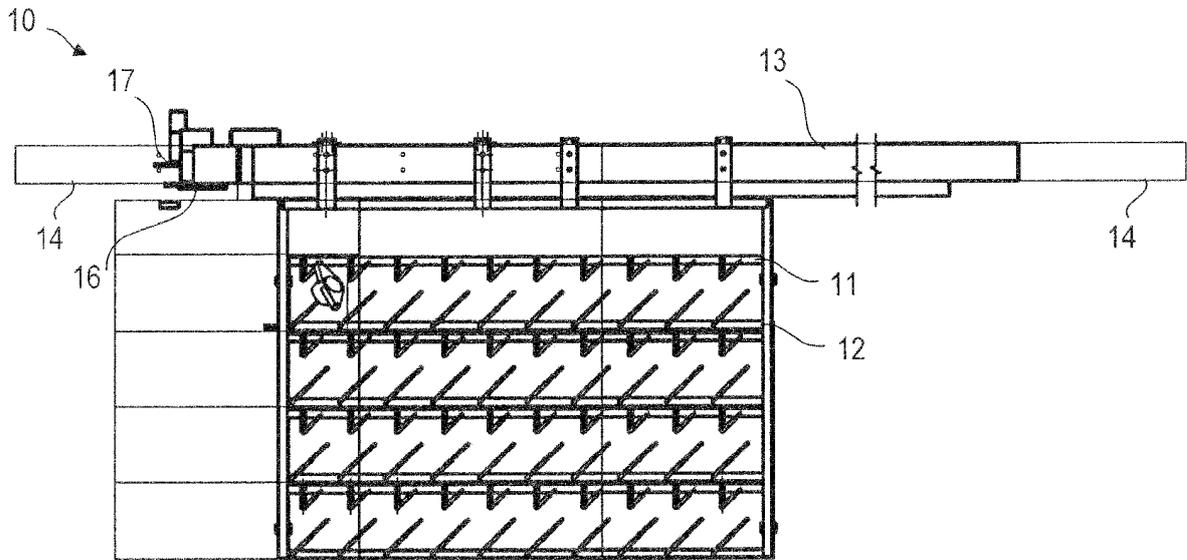


FIG. 2

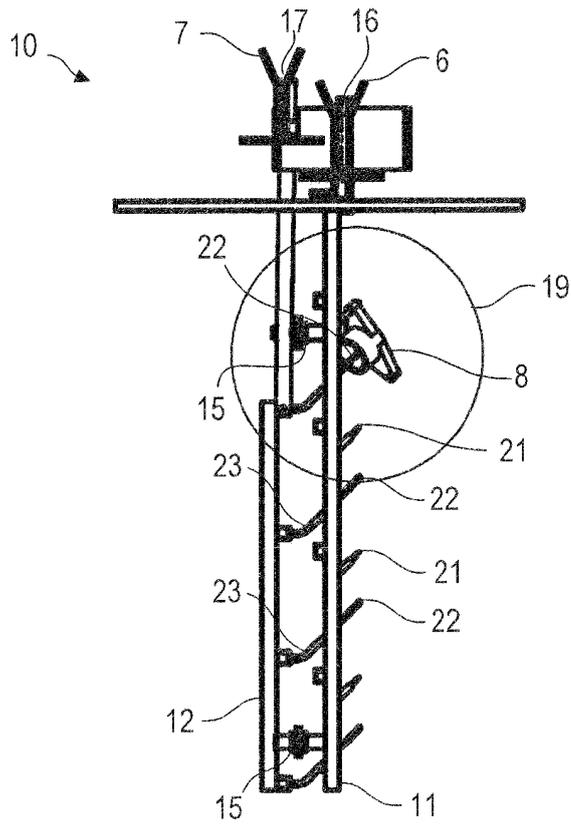


FIG. 3

10 →

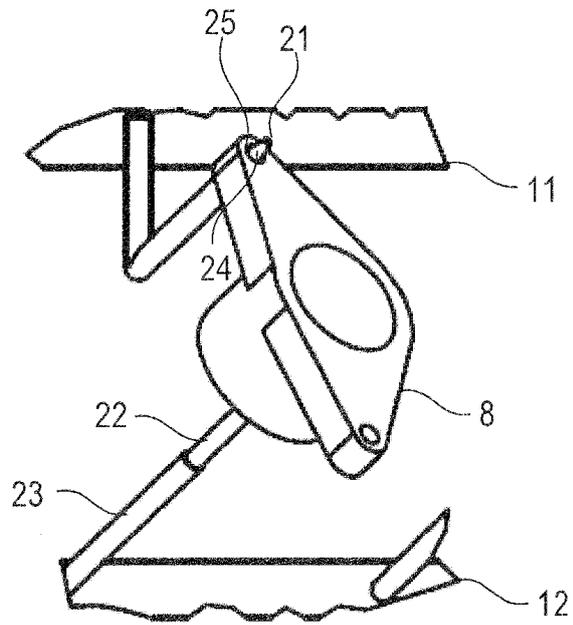


FIG. 4

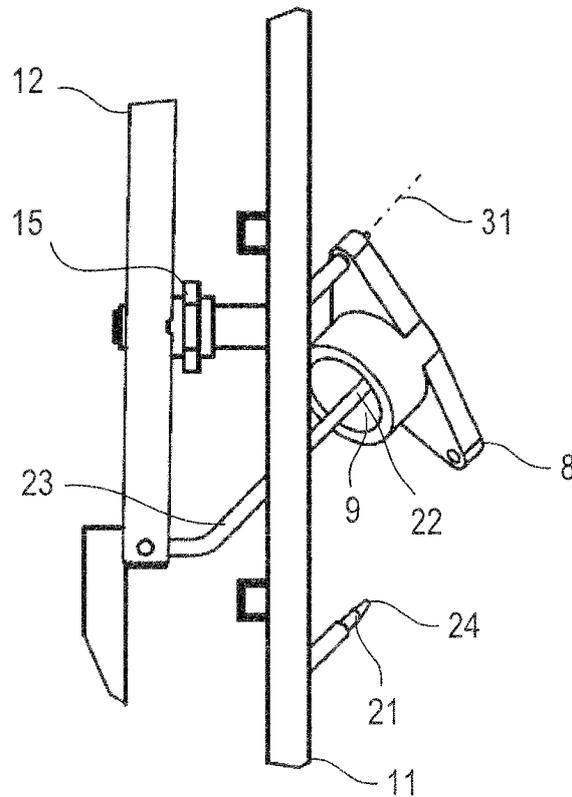


FIG. 5

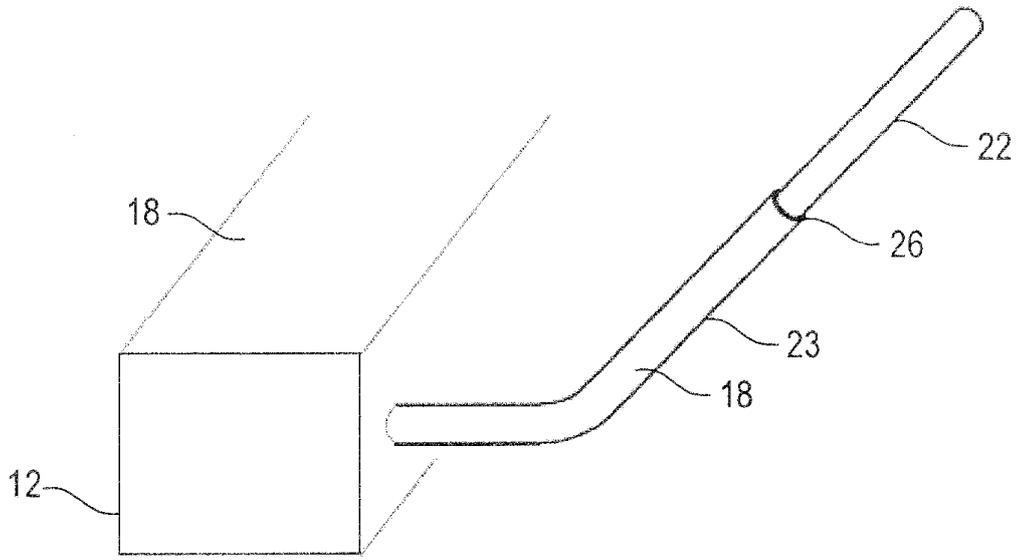


FIG. 6

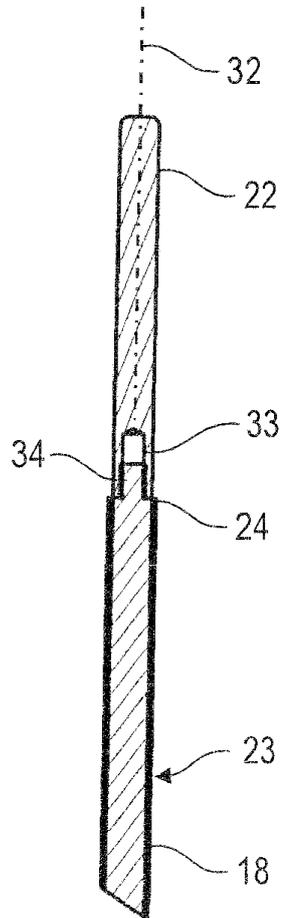


FIG. 7

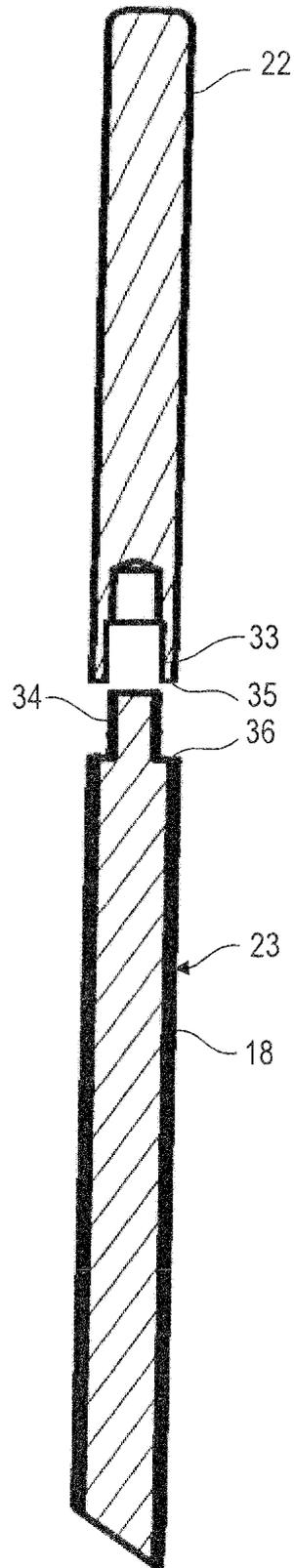


FIG. 8

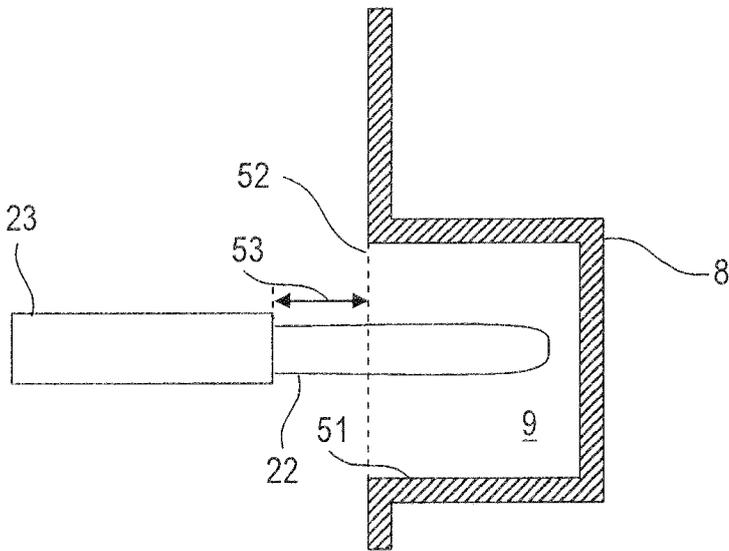


FIG. 9

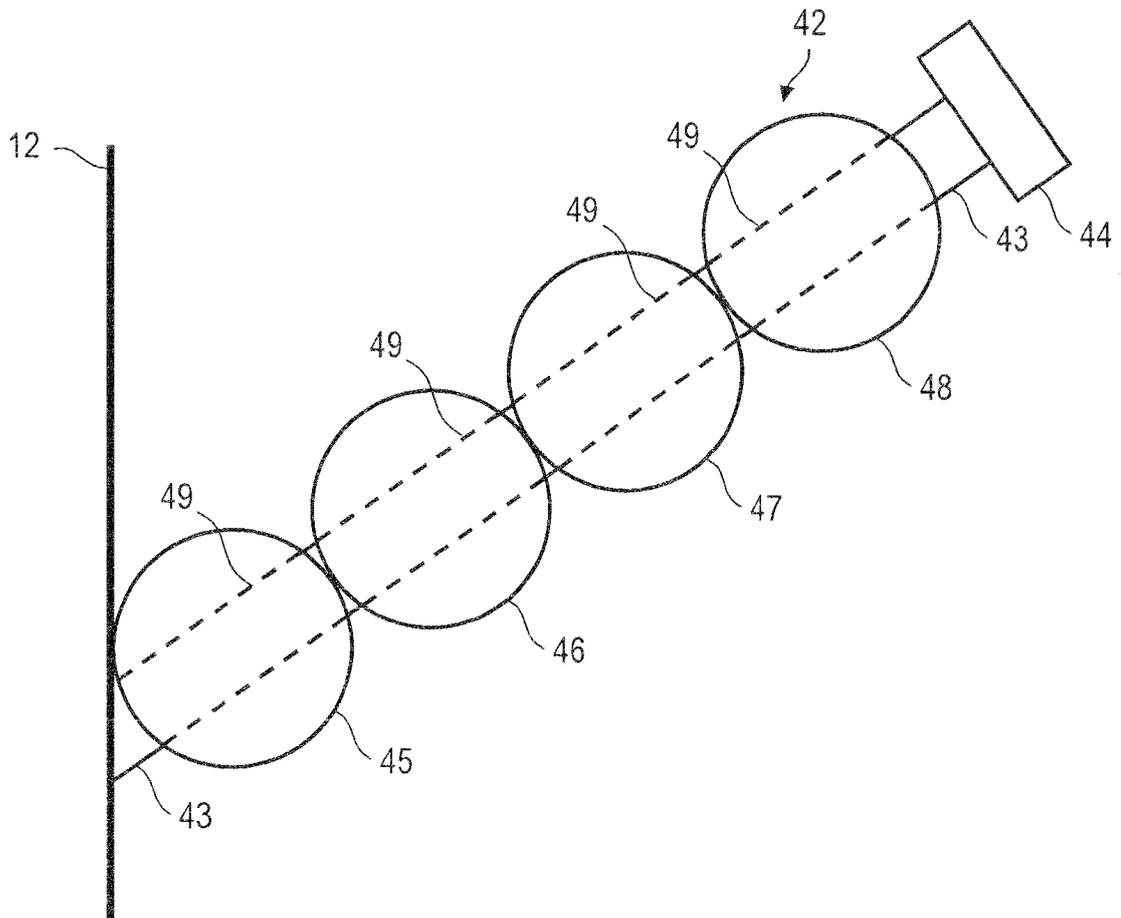


FIG. 10

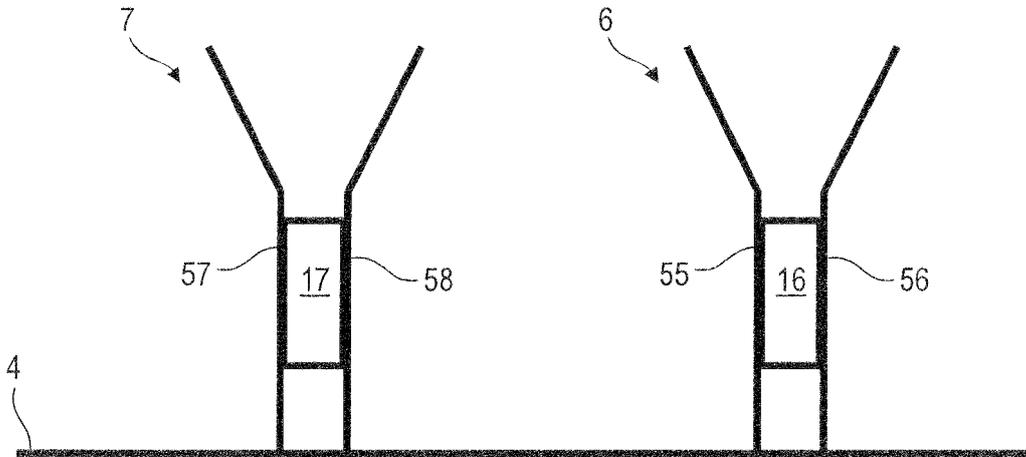


FIG. 11

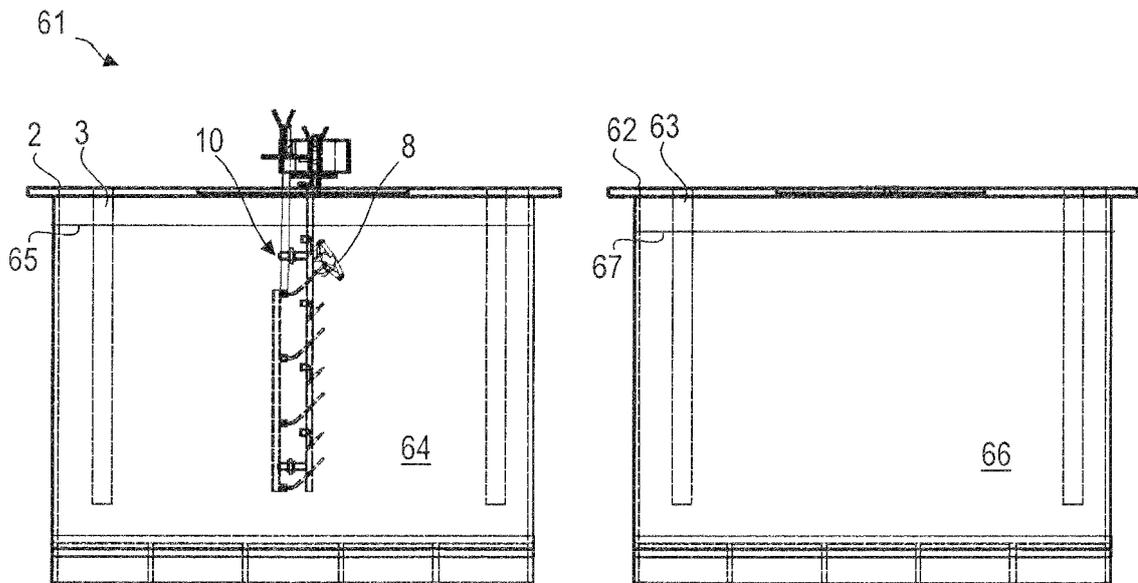


FIG. 12