

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 655**

51 Int. Cl.:

**C25D 21/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.04.2013 PCT/IB2013/000789**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13160757**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2013 E 13731861 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016 EP 2841629**

54 Título: **Equipo y método para producir un objeto a través de deposición electrolítica**

30 Prioridad:

**26.04.2012 IT VI20120099**

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

**27.03.2017**

73 Titular/es:

**CAODURO, ITALO (100.0%)  
Via Saviabona 21/B  
36010 Monticello Conte Otto (VI), IT**

72 Inventor/es:

**CAODURO, ITALO**

74 Agente/Representante:

**CARBONELL CALLICÓ, Josep**

**ES 2 606 655 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**

Equipo y método para producir un objeto a través de deposición electrolítica

**5 Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere al campo técnico de la producción de objetos por medio de un proceso de deposición electrolítica.

10 En particular, la presente invención se refiere a un aparato y al método relacionado, para la producción de objetos en materiales preciosos por medio de un proceso de deposición electrolítica.

La presente invención se refiere además a un dispositivo de pesaje de objetos sumergidos en un líquido.

**15 Descripción del estado de la técnica**

En el sector de la producción de objetos preciosos, se conoce el uso de un proceso de deposición electrolítica, también llamado electroformación.

20 Nos referimos, en particular, a objetos que comprenden material precioso, preferiblemente oro, cuyo valor se define por el porcentaje en peso del metal precioso presente en dicho objeto. Por consiguiente, el objeto está definido por una aleación en la que el material precioso está presente en un porcentaje deseado.

25 Nos referimos sustancialmente a objetos preciosos cuyo valor se define por el quilataje, donde el quilate define el porcentaje de metal precioso presente en el objeto con respecto a su peso total.

En los procesos para producir dichos objetos preciosos, por lo tanto, el objetivo es producir el objeto con el porcentaje predefinido de material precioso.

30 Un proceso conocido en la producción de dichos objetos utiliza la tecnología de deposición electrolítica.

De acuerdo con dicha técnica, la aleación se deposita electrolíticamente sobre un sustrato base sumergido en un tanque que contiene un baño electrolítico en el que se disuelven los elementos de la aleación que se han de depositar. Un circuito eléctrico apropiado permite el paso de una corriente eléctrica adecuada para permitir la deposición de los elementos del baño electrolítico sobre el sustrato.

35 La intensidad de la corriente, la temperatura del baño, el tiempo de depósito y la superficie del objeto definen los parámetros esenciales en el rendimiento del proceso.

40 El proceso de deposición se realiza en etapas sucesivas durante las cuales dichos parámetros se controlan y ajustan de tal manera que se alcance el valor deseado en términos de peso o espesor y el quilataje del objeto.

45 El proceso comienza con la determinación del peso inicial P0 (o tara) del sustrato sobre el que se depositará el material precioso. El sustrato se sumerge entonces en el baño electrolítico a una cierta temperatura T1 para una primera etapa de deposición que se realiza en un período de tiempo predefinido t1 y con una corriente predefinida I1.

50 Al final de la primera deposición, el objeto se pesa. El nuevo peso P1 se utiliza para definir la etapa de deposición posterior y el ajuste de la nueva corriente de deposición y/o valores de tiempo y para determinar el depósito creado hasta ese momento.

Al final de la segunda etapa de deposición, se realiza una nueva operación de pesaje y se definen nuevos parámetros para una posible etapa de deposición adicional.

55 El proceso continúa con sucesivas etapas de deposición del tipo descrito anteriormente.

60 Un sistema de electrodeposición de tipo conocido se describe en el documento CH683845. En dicho sistema, el objeto se pesa después de cada etapa de deposición mediante la retirada del objeto de un tanque principal, en la que la electrodeposición se realiza y lo mueve a un segundo tanque de pesaje para pesarlo en el mismo y luego volverlo a poner en el tanque principal para la siguiente etapa de deposición.

Otro proceso de electrodeposición de tipo conocido se describe en el documento CH689806A5. De acuerdo con dicho proceso, el objeto se pesa entre una etapa y la siguiente, manteniendo el objeto en el interior del mismo tanque.

65

En los procesos de electrodeposición de tipo conocido, e independientemente del tipo de sistema utilizado, la etapa de pesaje es sin duda una de las etapas más delicadas para el éxito del proceso. El pasaje es decisivo en el cálculo de los parámetros que se ajustan en las diversas etapas de deposición y que permiten conseguir el quilataje y el peso deseados.

5 Las técnicas para la producción de objetos preciosos conocidas en el estado de la técnica, sin embargo, plantean algunos inconvenientes.

10 Un inconveniente de dichas técnicas se encuentra en la dificultad de realizar operaciones de pesaje correctas al final de cada etapa de deposición.

15 Esto obliga al productor a realizar un proceso de deposición en exceso con un margen de seguridad para garantizar que la cantidad de material precioso presente corresponde al quilataje declarado para el objeto. En términos prácticos, el porcentaje de material precioso depositado sobre el objeto final será mayor que la cantidad realmente requerida.

Un proceso de electrodeposición adicional de tipo conocido se describe en el documento DE 24 11 155 A1.

20 Esto se refleja en un mayor coste de producción para el fabricante.

El objeto de la presente invención, por lo tanto, es el de superar al menos en parte dichos inconvenientes.

25 Un objeto de la presente invención es producir objetos que comprenden una aleación en la que los elementos de dicha aleación están presentes en el porcentaje correcto.

En particular, es un objeto de la presente invención producir objetos preciosos con un quilataje predefinido, en el que el material precioso está presente en el porcentaje correcto de acuerdo con dicho quilataje.

30 Un objeto adicional de la presente invención es producir objetos preciosos con un quilataje predefinido con menores costes de producción en comparación con los objetos preciosos obtenidos con las técnicas de tipo conocido.

### Sumario de la presente invención

35 En un primer aspecto, la presente invención se refiere a una deposición electrolítica según la reivindicación 1, un aparato para la producción de un objeto que contiene una aleación, comprendiendo dicho aparato:

- medios para contener una solución electrolítica que comprende los elementos de dicha aleación;
- medios para soportar un núcleo adaptado para recibir dichos elementos que se depositan sobre el mismo; y
- medios de pesaje asociados con dicho núcleo;

40 comprendiendo dicho aparato medios para la medición de la densidad de una solución de pesaje.

Según la invención, la solución de pesaje coincide con la solución electrolítica.

45 Ventajosamente, los medios de pesaje comprenden una escala asociada con los medios de soporte.

Aún más ventajosamente, los medios de pesaje comprenden medios para acoplar con y liberar de dichos medios de soporte.

50 Preferiblemente, el aparato comprende un circuito de electrodeposición adecuado para generar una corriente de deposición y comprende una unidad de control central adecuada para controlar los parámetros de deposición.

55 Apropiadamente, la unidad de control central está conectada a los medios de pesaje y a los medios para la medición de la densidad de dicha solución de pesaje para la determinación de los parámetros de deposición.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un método para la producción de un objeto por medio de deposición electrolítica, que comprende las etapas de:

- inmersión de un núcleo en una solución electrolítica que comprende los elementos de la aleación para ser depositada sobre dicho núcleo;
- ajuste de los parámetros de deposición;
- deposición electrolítica de dichos elementos de dicha aleación en dicho núcleo de acuerdo con dichos parámetros de deposición;
- cálculo del peso de dicho núcleo con el material depositado sobre el mismo en una solución de pesaje;
- determinación del progreso de la deposición sobre la base de dicho peso calculado;
- cálculo de los nuevos parámetros de deposición si la condición de finalización del proceso para dicho objeto no

se ha alcanzado y la repetición de dichas etapas de deposición electrolítica, cálculo de peso y determinación del progreso de la deposición;

5 en el que dicha etapa de cálculo del peso se realiza utilizando el valor de la densidad de dicha solución de pesaje medida durante dicha etapa de cálculo del peso, y en el que la etapa de cálculo del peso permite el cálculo del peso del depósito que se produce durante la etapa de deposición electrolítica.

10 Según la invención, el cálculo del peso del depósito se produce durante la etapa de deposición electrolítica utiliza un término de corrección de errores debido a la fuerza de flotación de Arquímedes.

El término de corrección de errores debido a la fuerza de flotabilidad de Arquímedes se calcula utilizando el valor de la densidad de la solución de pesaje y el valor del volumen de la cantidad de elementos depositados en la etapa de deposición electrolítica.

15 Se calcula el valor del volumen de la cantidad de elementos depositados en la etapa de deposición electrolítica, preferentemente, utilizando el valor de la superficie del objeto al final de la etapa de deposición electrolítica y el valor del espesor depositado durante la etapa de deposición electrolítica.

20 Según la invención, la etapa de cálculo del peso se realiza manteniendo el núcleo con el material depositado sobre el mismo sumergido en la solución electrolítica, coincidiendo la solución de pesaje con la solución electrolítica.

Preferiblemente, la etapa de ajuste de los parámetros de deposición comprende la etapa de ajuste de la corriente y/o el tiempo de deposición para la etapa de deposición electrolítica posterior.

25 Ventajosamente, la condición de finalización del proceso corresponde a la consecución de un número definido de etapas de deposición electrolítica, ajustándose dicho número al comienzo de la aplicación del método.

**Breve descripción de los dibujos:**

30 Otras ventajas, objetivos y características, además de otras realizaciones de la presente invención, se definen en las reivindicaciones y se describen en mayor detalle a continuación por medio de la siguiente descripción, en la que se hace referencia a los dibujos adjuntos. En particular, en las figuras:

- 35 - La figura 1 muestra una vista esquemática de un aparato de acuerdo con una realización preferida de la invención en una primera posición operativa;
- La figura 2 muestra el aparato de la figura 1 en una segunda posición operativa;
- La figura 3 muestra las diversas etapas de producción de un objeto obtenido con el aparato de la figura 1;
- La figura 4 muestra una variante de realización del aparato de la figura 1.

**40 Descripción detallada de la presente invención**

Aunque la presente invención se describe a continuación con referencia a las realizaciones de la misma mostradas en los dibujos, la presente invención no está limitada a las realizaciones descritas a continuación y mostradas en los dibujos. Por el contrario, las realizaciones descritas en el presente documento e ilustradas en los dibujos aclaran algunos aspectos de la presente invención, cuyo objeto se define por las reivindicaciones.

50 La presente invención ha demostrado ser particularmente ventajosa cuando se aplica a artículos de joyería que comprenden material precioso, preferiblemente oro, adecuado para producirse con un cierto quilataje. Cabe señalar, sin embargo, que la presente invención no se limita a la producción de artículos de joyería. Por el contrario, la presente invención se puede aplicar convenientemente en todos los casos que requieren la producción de objetos que comprenden un material que debe estar presente en un porcentaje predefinido dentro de dicho objeto.

55 Con referencia a las figuras 1 y 2, se describe un aparato 1, de acuerdo con la realización preferida de la presente invención.

El aparato 1 comprende un tanque 2 para contener una sustancia electrolítica, o un baño electrolítico, en la que se disuelven los elementos que han de depositarse y que constituirán el objeto precioso. El tanque que contiene la sustancia electrolítica 2 está dispuesto dentro de un tanque externo 21 apropiado.

60 El aparato comprende también un sistema de soporte 3 para los objetos A que se han de producir. Típicamente, en el aparato 1 se producen una pluralidad de dichos objetos A de forma simultánea.

65 En la realización ilustrada en este documento, y simplemente a modo de ejemplo, muestran objetos A en forma de una hebilla. Obviamente, variantes de realización pueden comprender objetos de cualquier forma, por ejemplo, anillos, pendientes, etc.

El sistema de soporte 3 comprende preferentemente un árbol central giratorio 4 provisto de brazos 5 en los que los objetos A que se producen están dispuestos adecuadamente. El árbol giratorio 4 es accionado apropiadamente mediante unos medios de motorización 7. Una unidad de control central 8 del aparato 1 está ventajosamente conectada a dichos medios de motorización 7 para controlar la velocidad de rotación del árbol de rotación 4.

5 La unidad de control central 8 puede consistir, por ejemplo, en una unidad PLC montada en un armario de distribución.

10 Unos medios de pesaje 6 adaptados para identificar el peso de la parte superior, o marco 3', del sistema de soporte 3 están asociados con el sistema de soporte 3. Los valores identificados por los medios de pesaje 6 se hacen adecuadamente disponibles a la unidad de control central 8.

15 Los medios de pesaje 6 comprenden preferiblemente una escala de pesaje 6a montada en una corredera deslizante 6b adecuada para permitir el acoplamiento y la liberación del marco 3', como se indica mediante la línea discontinua en la figura 1, y para disponer el marco en una posición elevada para realizar la operación de pesaje, como se muestra en la figura 2.

20 El aparato 1 está también provisto de una fuente de alimentación eléctrica 10 adecuada para obtener el circuito de electrodeposición y para generar una corriente I dada.

25 En la realización mostrada en la figura, la fuente de alimentación eléctrica 10 comprende una unidad de fuente de alimentación 11 que tiene su primer polo, por ejemplo, el polo negativo (cátodo), conectado eléctricamente al marco 3' y el segundo polo, por ejemplo, el polo positivo (ánodo), conectado a unos electrodos anulares 12 dispuestos en el interior del tanque 2.

El marco 3' comprende adecuadamente un material eléctricamente conductor para garantizar que se obtiene la conexión eléctrica entre el cátodo de la unidad de fuente de alimentación 11 y los objetos A que se han de producir.

30 Preferiblemente, la unidad de fuente de alimentación 11 es accionada por la unidad de control 8, definiendo así los valores de corriente y/o tensión apropiados a lo largo del circuito de electrodeposición. El aparato 1 también estará provisto de elementos adicionales, no mostrados, adaptados para permitir y asegurar la correcta operación del aparato 1.

35 Por ejemplo, el aparato 1 estará preferiblemente provisto de un sistema para el suministro de la sustancia electrolítica y un sistema de relleno adecuado para compensar las variaciones de la sustancia durante la operación, en particular, las variaciones en los componentes de la solución que se depositan gradualmente sobre el objeto A. El aparato 1 preferiblemente también está provisto de un sistema de agitación adecuado para mezclar la sustancia electrolítica para mantener las condiciones de homogeneidad dentro del tanque 2 durante la operación. El aparato 1 también estará preferiblemente provisto de un sistema de calentamiento adecuado para llevar la sustancia electrolítica a la temperatura deseada y mantenerla a esa temperatura. El aparato 1 estará provisto de sensores apropiados para la identificación de los parámetros operativos, por ejemplo, sensores para detectar el nivel y la temperatura de la sustancia electrolítica.

45 El aparato 1 está provisto preferiblemente de un sistema de filtrado 13 para filtrar cualquier impureza en la sustancia electrolítica. Preferiblemente, dicho sistema de filtrado comprende un circuito de derivación dentro de la cual fluye la sustancia electrolítica.

50 De acuerdo con la presente invención, el aparato 1 comprende medios 14 para medir la densidad de la sustancia electrolítica dentro del tanque 2.

Preferiblemente, dichos medios de medición de la densidad 14 comprenden un medidor de flujo de masa, preferiblemente, un medidor de flujo de masa en milésimas.

55 Preferiblemente, el medidor de flujo de masa 14 está colocado a lo largo del circuito de derivación del sistema de filtrado 13.

En realizaciones variantes de la invención, sin embargo, el medidor de flujo de masa se podría situar de manera diferente, por ejemplo, a lo largo de un circuito dedicado.

60 El medidor de flujo de masa 14 está conectado adecuadamente a la unidad lógica de control 8 para hacer que los valores medidos continuamente disponibles.

65 Con referencia a la figura 3, se describe a continuación un método para la producción del objeto A con el sistema mostrado en la figura 1 y descrito anteriormente.

## ES 2 606 655 T3

Por motivos de simplicidad de ilustración, se hará referencia a continuación a la producción de un objeto A que consiste en una hebilla de aleación de oro. Preferiblemente, se hará referencia a una hebilla A que, al final del proceso, debe tener un cierto peso o espesor y un cierto quilataje, es decir, debe contener un porcentaje predefinido de oro en peso con respecto a su peso total.

5 Como se verá más adelante, dicho método incluye etapas sucesivas con fases de deposición sucesivas. El número N de etapas de deposición se establece por el operador para alcanzar, al final del proceso, un peso final de deposición Df con una eficiencia promedio determinada Eff.

10 El parámetro de eficiencia Eff se da por la relación entre la variación en el peso del objeto, en miligramos, y los amperios-minutos de la etapa de deposición.

En una etapa inicial (bloque 100) se proporciona un núcleo hecho de un material conductor con forma apropiada, por ejemplo, en el caso de un anillo, preferiblemente un núcleo en forma de anillo.

15 El objetivo del método de deposición es realizar un depósito final Df en gramos sobre dicho núcleo con una composición deseada de elementos, en particular, de elementos preciosos, definiendo así su eficiencia.

20 El núcleo se coloca en el marco 3' y se sumerge en la solución electrolítica. El peso P0 del núcleo y del marco 3' sumergido en la solución se identifica entonces por los medios de pesaje 6, en la configuración mostrada en la figura 2. A partir de un valor inicial de la superficie S0 del núcleo, a partir de un valor de depósito D1 en gramos estimado para la primera etapa de deposición y a partir de las características conocidas de la solución electrolítica dentro del tanque 2, se determinan los valores de los parámetros (bloque 110) que a su vez determinan la etapa de depósito posterior (bloque 120).

25 En particular, teniendo en cuenta el quilataje que debe tener el objeto final, se determinarán el valor de la corriente I1 del proceso y la duración estimada t1 de la primera etapa de deposición para obtener el valor de deposición D1.

30 Ventajosamente dichos valores, en particular, los valores de la corriente I1 y el tiempo t1, se calculan teniendo en cuenta el parámetro de eficiencia Eff dado por la relación entre la variación en el peso del objeto, en miligramos, y los amperios-minutos de la etapa de deposición, es decir  $Eff = D1/I1*t1$ , y por la relación que a su vez enlaza la densidad de deposición Ddep del material precioso (oro) y la eficiencia, es decir,  $Ddep = K1*ln(Eff)+K2$ , con K1 y K2 siendo constantes que se obtienen empíricamente.

35 Ventajosamente, los valores de dichos parámetros I1 y t1 se determinan por medio de cálculos realizados por la unidad de control 8.

Cabe señalar que el método descrito en el presente documento proporciona ventajosamente la gestión automatizada mediante la unidad de control 8, que hace todas las operaciones rápidas y automatizadas.

40 Una vez que se han ajustado los parámetros de deposición I1 y t1, seguirá la etapa de deposición (bloque 120). El marco 3' junto con el núcleo se sumergen en la solución, mientras los medios de pesaje 6 son liberados, de manera que el aparato se ajusta en la configuración de deposición de la figura 1.

45 Durante dicha etapa, la unidad de fuente de alimentación 11 genera la corriente I1 deseada y en el interior del tanque 2, los elementos de la solución electrolítica se depositan sobre el núcleo, en particular, los elementos preciosos, tal como oro. La duración de dicha etapa será igual al intervalo de tiempo T1 predefinido, con la solución electrolítica a una temperatura operativa predefinida T determinada al principio del ciclo.

50 Durante dicha etapa, en el interior del tanque 2, la solución electrolítica se mantiene ventajosamente en movimiento por medio de agitadores opuestos, no ilustrados, mientras que, ventajosamente, los objetos A y el marco 3' se ponen en rotación mediante los medios de motorización 7.

55 Al final de la etapa de deposición (bloque 120), el sistema se lleva a un punto muerto, es decir, una condición perfectamente estática, para el marco 3' y para la solución electrolítica.

El marco 3' con el núcleo están acoplados a través de los medios de pesaje 6, obteniendo así la configuración de pesaje de la figura 2.

60 En dicha condición estática, se realiza una operación de pesaje (bloque 130) para calcular el nuevo peso P1 del objeto A que consiste en el núcleo, el material depositado en la etapa de deposición anterior (bloque 120), y el marco 3'.

De acuerdo con la realización preferida de la invención, dicha operación de pesaje (bloque 130) se realiza

manteniendo el objeto A sumergido en la solución electrolítica y calculando el peso P1 mencionado anteriormente.

Durante la etapa de determinar el peso P1, y de acuerdo con la presente invención, se realizará simultáneamente una etapa de medición de la densidad de la solución electrolítica d1sol.

5 En este punto, con los valores de peso P0 y P1 medidos respectivamente al principio y al final de la etapa de deposición, y con el valor de la densidad de la solución electrolítica d1sol medida en el momento del pesaje, se realizarán los cálculos apropiados (bloque 140), lo que conducirá a la determinación del progreso del proceso y la determinación de los nuevos parámetros de deposición t2 y t2 para la etapa de deposición posterior, como se verá a continuación.

En particular, dichos cálculos conducirán a la determinación del peso del depósito D1' realmente obtenido en la primera etapa de depósito, que puede obviamente ser diferente del D1 estimado al inicio de dicha etapa.

15 Los cálculos (bloque 140) realizados al final de la etapa de deposición (bloque 130) se basan en el principio de equilibrio hidrostático que tiene en cuenta la fuerza de flotabilidad de Arquímedes que actúa sobre el objeto sumergido en la solución electrolítica.

El peso del depósito D1' se calcula como:

$$20 \quad D1' = P1 - P0 + Sa + (d0sol - d1sol) * V0 \cong P1 - P0 + Sa$$

donde P0 y P1, como se mencionó anteriormente, representan los valores de pesaje al principio y al final de la primera fase de depósito, Sa representa el término de corrección de errores debido a la fuerza de flotabilidad de Arquímedes, d0sol y d1sol representan los valores de la densidad de la solución electrolítica al principio y al final de la primera etapa de deposición y V0 representa el volumen del núcleo.

Sa se calcula como:

$$30 \quad Sa = d1sol * \Delta V1dep$$

donde d1sol, como se mencionó anteriormente, representa la densidad de la solución electrolítica en el momento del pesaje al final de la etapa de deposición y  $\Delta V1dep$  es el valor del volumen de la cantidad de elementos depositados durante la etapa de deposición.

35 El valor  $\Delta V1dep$  es un valor adecuadamente calculado, como se verá a continuación, mientras que d1sol, de acuerdo con la presente invención, representa la densidad de la solución electrolítica en el momento del pesaje y, ventajosamente, permite el cálculo preciso del peso del depósito D1' de la etapa que acaba de concluir, teniendo en cuenta en el pesaje las condiciones de densidad variadas de la solución dsol.

40 En cuanto a la densidad de la solución dsol, y de acuerdo con el concepto inventivo de la presente invención, se harán disponibles de forma ventajosa mediante el medidor de flujo de masa 14.

45 Preferiblemente, el medidor de flujo de masa 14 medirá continuamente el valor de la densidad de la solución electrolítica dsol, más preferiblemente, durante toda la etapa de deposición anterior (bloque 120).

Alternativamente, la medición de la densidad dsol de la solución electrolítica por el medidor de flujo de masa 14 se realiza al final de la etapa de deposición (bloque 120).

50 Ventajosamente, por lo tanto, el peso del depósito D1' de la etapa es preciso y tiene en cuenta cualquier variación en la densidad dsol de la sustancia electrolítica dentro del tanque 2. De hecho, la densidad dsol de la sustancia electrolítica dentro del tanque 2 está sujeta a variaciones debido a las variaciones fisiológicas en la propia sustancia durante la etapa de deposición, debido a las operaciones de recarga y a las variaciones en la temperatura de dicha sustancia.

55 El valor  $\Delta V1dep$  se calcula como:

$$\Delta V1dep = S1 * W1$$

60 donde S1 representa la superficie S1 del objeto al final de la primera etapa de deposición y W1 representa el espesor depositado en la primera etapa de deposición.

El valor S1 se calcula, a partir de una estimación, como:

## ES 2 606 655 T3

$$S1 = S0 + (0,03) * S0 * W1 / 100$$

es decir, un valor de superficie S1 estimado como un incremento de porcentaje del 3 % con respecto al valor de superficie inicial S0 para cada 100 micrómetros de espesor depositado W1 y previsto para la primera etapa.

5 El valor W1 se calcula, a partir de una estimación, como:

$$W1 = D1 / (S0 * Ddep)$$

10 Cuando Ddep representa la densidad de depósito como se define anteriormente en la descripción. Al final de la primera etapa de depósito, en resumen, es posible calcular con precisión el peso del depósito D1' de la etapa, a partir del cual se obtiene la eficiencia real del depósito  $Eff1' = D1' / I1 * t1$ . A partir de estos valores del peso del depósito D1' y de la eficiencia Eff1', se ajustarán el peso del depósito D2 y Eff2 para obtener una eficiencia media igual a la ajustada que debe obtenerse en la segunda etapa posterior.

15 De hecho, de acuerdo con el valor de la superficie estimado S1 al final de la primera deposición, el valor de depósito D2 en gramos establecido para la segunda etapa de deposición y las características conocidas de la solución electrolítica proporcionadas dentro del tanque 2, se determinan los valores de los parámetros de nuevo (bloque 110) para la etapa de depósito posterior (bloque 120).

20 En particular, como se ve en la primera etapa, se determinará el valor de la corriente I2 del proceso y la duración t2 programada de la nueva etapa de depósito posterior. Esto será seguido por la segunda etapa de deposición (bloque 120) con los medios de pesaje 6 liberados, como se muestra en la figura 1.

25 Durante dicha etapa, la unidad de fuente de alimentación 11 genera la corriente I2 deseada y en el interior del tanque 2, los elementos de la solución electrolítica se depositan sobre el núcleo. La duración de dicha etapa será igual al intervalo de tiempo t2 predefinido con la solución electrolítica a la temperatura T2.

30 Esto será seguido por la etapa de pesaje (bloque 130) y el cálculo del peso (bloque 140) del depósito D2' de la nueva etapa. Dichas etapas se repetirán cíclicamente hasta que se alcanza el número N de etapas determinado (resultado 150 del bloque 140). Es evidente que durante todas las etapas de cálculo del depósito del peso Di' se utiliza el valor de pesaje obtenido correctamente cada vez, de acuerdo con el método descrito en el presente documento, utilizando el valor de la densidad de la solución dsol medido por el medidor de flujo de masa 14.

35 El cálculo correcto del peso depositado Di' permite un control correcto del quilataje del objeto A hasta la finalización del mismo, evitando la deposición de material precioso más allá de los requisitos del quilataje objetivo.

40 Por lo tanto, el método de la invención, junto con el aparato utilizado para la ejecución del mismo, permite el uso de la cantidad correcta de material precioso, por ejemplo, oro, en la aleación del producto de acuerdo con los requisitos del quilataje establecido. Con respecto a las técnicas de tipo conocido, en las que el material precioso está presente en una cantidad superior a la necesaria, para remediar los errores de pesaje durante el proceso, la presente invención permite la reducción de los residuos de material precioso y, por lo tanto, la reducción de los costes de producción para el fabricante.

45 Como se ha mencionado anteriormente, el método se implementa ventajosamente en el aparato de una manera automatizada, gracias a la utilización de la unidad lógica de procesamiento 8, que controla los diversos elementos del sistema y realiza los cálculos de acuerdo con los algoritmos apropiados.

50 Una vez más, el método de producción de la presente invención se puede utilizar ventajosamente en la producción de cualquier producto obtenido mediante deposición electrolítica, que consiste en una aleación en la que uno de los componentes debe estar presente en un porcentaje preciso en peso con respecto al peso total del producto.

55 La presencia de un medidor de densidad y el uso del valor de medición durante la determinación de los parámetros de deposición permiten un control preciso de las etapas de deposición.

La figura 4 muestra una variante de realización del sistema 101 de la presente invención. Dicho sistema 101 difiere del sistema 1 descrito con referencia a las figuras 1 y 2 debido al hecho de que se proporciona un segundo tanque 102, dentro del cual se realizan las operaciones de pesaje mencionadas anteriormente.

60 En dicho caso, los medios de pesaje 106 comprenden preferentemente una escala asociada a la estructura de soporte central 103 donde se coloca el marco 3' con los objetos A durante las etapas de pesaje.

Las etapas del método descrito anteriormente siguen siendo las mismas. En dicho sistema 101, después de cada

etapa de deposición, el marco 3' con los objetos A bajo tratamiento se mueven apropiadamente en el tanque de pesaje 102, y posteriormente se pesan (bloque 130). El marco 3' con los objetos bajo tratamiento a continuación se vuelven a colocar en el tanque principal 2 para la etapa posterior de deposición.

- 5 El movimiento entre los dos tanques 2 y 102 se puede realizar ventajosamente mediante medios automatizados y controlados (no ilustrados en el presente documento).

10 A partir de la descripción anterior, se puede observar que el sistema de la invención y el método relativo permiten que se alcancen los objetivos establecidos y, en particular, permiten la producción de objetos preciosos con un quilataje predefinido, en el que el material precioso está presente en el porcentaje correcto de acuerdo con dicho quilataje.

15 Aunque la presente invención ha sido descrita con referencia a las formas particulares de implementación que se muestran en las figuras, hay que señalar que la presente invención no se limita a las formas particulares de implementación mostradas y descritas en el presente documento; por el contrario, otras variantes de las realizaciones descritas caen dentro del alcance de la presente invención, estando definido dicho alcance en las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato de deposición electrolítica (1; 101) para la fabricación de un objeto (A) que comprende una aleación, comprendiendo dicho aparato (1; 101):

- medios (2) adecuados para contener una solución electrolítica que comprende los elementos de dicha aleación;
  - medios (3) que comprenden un marco (3') para soportar al menos un núcleo adecuado para recibir dichos elementos que se depositan sobre el mismo;
  - medios de pesaje (6) adecuados para pesar dicho marco y dicho al menos un núcleo sumergido en una solución de pesaje y adecuado para identificar el peso total de dicho marco (3') y dicho núcleo sumergido en dicha solución de pesaje;
  - una unidad de control central (8) adecuada para controlar dicho aparato;
- caracterizado por que** comprende medios (14) para la medición de la densidad de dicha solución de pesaje en el momento de pesar dicho marco (3') y dicho núcleo por medio de dichos medios de pesaje (6), y **por que** dicha unidad de control central (8) es adecuada para recibir dichos valores de peso y densidad y para calcular el peso de un depósito (D1') depositado sobre dicho núcleo durante una etapa de deposición electrolítica como:

$$D1' = P1 - P0 + Sa + (d0sol - d1sol) * V0;$$

en el que:

- P0 y P1 representan los valores de pesaje del peso total de dicho marco y dicho núcleo, respectivamente, al comienzo y al final de dicha etapa de deposición, Sa representa el término de corrección de errores debido a la fuerza de flotabilidad de Arquímedes y se calcula como:

$$Sa = d1sol * \Delta V1dep,$$

en el que:

- $\Delta V1dep$  es el valor del volumen de la cantidad de elementos depositados durante dicha etapa de deposición electrolítica;
- d0sol y d1sol representan los valores de la densidad de la solución electrolítica al principio y al final de dicha etapa de deposición electrolítica y V0 representa el volumen de dicho núcleo, y **por que** dicha solución de pesaje coincide con dicha solución electrolítica.

2. Aparato (1) según la reivindicación 1), **caracterizado por que** el valor  $\Delta V1dep$  se calcula como:

$$\Delta V1dep = S1 * W1,$$

en el que:

- S1 representa la superficie S1 del objeto al final de dicha etapa de deposición electrolítica y W1 representa el espesor depositado en dicha etapa de deposición electrolítica.

3. Aparato (101) según la reivindicación 2), **caracterizado por que** el valor  $\Delta V1dep$  se calcula como:

$$\Delta V1dep = S1 * W1,$$

en el que:

- S1 representa la superficie S1 del objeto al final de dicha etapa de deposición electrolítica y W1 representa el espesor depositado en dicha etapa de deposición electrolítica, y **por que** el valor S1 se calcula a partir de una estimación, como:

$$S1 = S0 + (0,03) * S0 * W1 / 100,$$

es decir, como un incremento de porcentaje del 3 % con respecto al valor de superficie inicial S0 por cada 100 micrómetros de espesor depositado W1 y esperado para dicha etapa de deposición electrolítica, en el que el valor W1 se calcula, a partir de una estimación, como:

$$W1 = D1 / (S0 * Ddep),$$

en el que:

- Ddep representa la densidad de depósito definida como  $Ddep = K1 * \ln(Eff) \pm K2$ , en el que el parámetro de eficiencia Eff se da por la relación entre la variación en el peso del objeto, en miligramos, y los amperios-minutos

de dicha etapa de deposición electrolítica y K1 y K2 son constantes obtenidas empíricamente.

4. Aparato (1; 101) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dichos medios de pesaje (6) comprenden una escala (6a) asociada con dichos medios de soporte (3).

5. Aparato (1; 101) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende un circuito de electrodeposición (11, 12) adecuado para generar una corriente de deposición (I) y **por que** dicha unidad de control central (8) es adecuada para controlar parámetros de deposición.

6. Aparato (1; 101) según la reivindicación 5), **caracterizado por que** dicha unidad de control central (8) está conectada a dichos medios de pesaje (6) y a dichos medios (14) para medir la densidad de dicha solución electrolítica para la determinación de dichos parámetros de deposición.

7. Método para la fabricación de un objeto (A) a través de deposición electrolítica por medio de un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo el método las siguientes etapas:

- inmersión de un marco (3') y un núcleo en una solución electrolítica que comprende los elementos de la aleación para depositarse sobre dicho núcleo;
  - primer pesaje (130) del peso total de dicho marco y dicho al menos un núcleo sumergido en dicha solución electrolítica;
  - ajuste de los parámetros de deposición (110);
  - deposición electrolítica (120) de dichos elementos de dicha aleación en dicho núcleo de acuerdo con dichos parámetros de deposición;
  - segundo pesaje del peso total (P1) de dicho marco (3') y dicho núcleo sumergido en dicha solución electrolítica con el material depositado sobre el mismo;
  - cálculo del peso del material depositado;
  - determinación del progreso del proceso de deposición sobre la base de dicho peso calculado;
  - cálculo de los nuevos parámetros de deposición (110) si la condición de finalización del proceso para dicho objeto (A) no se ha alcanzado y la repetición de dichas etapas de deposición electrolítica (120), pesaje del peso (130) y determinación del progreso del proceso de deposición (140);
- caracterizado por que** dicha etapa de cálculo del peso (130) del material depositado se realiza utilizando los valores de la densidad (dsol) de dicha solución de pesaje medidos respectivamente en el momento de dicho primer pesaje y dicho segundo pesaje como:

$$D1' = P1 - P0 + Sa + (d0sol - d1sol) * V0;$$

en el que:

- P0 y P1 representan los valores del peso de dicho marco y dicho núcleo, respectivamente, al comienzo y al final de dicha etapa de deposición, Sa representa el término de corrección de errores debido a la fuerza de flotabilidad de Arquímedes y se calcula como:

$$Sa = d1sol * \Delta V1dep,$$

en el que:

- $\Delta V1dep$  es el valor del volumen de la cantidad de elementos depositados durante dicha etapa de deposición electrolítica;
- d0sol y d1sol representan los valores de la densidad de la solución electrolítica al principio y al final de dicha etapa de deposición y V0 representa el volumen de dicho núcleo.

8. Método según la reivindicación 7), **caracterizado por que** el valor  $\Delta V1dep$  se calcula como:

$$\Delta V1dep = S1 * W1,$$

en el que:

- S1 representa la superficie S1 del objeto al final de dicha etapa de deposición electrolítica y W1 representa el espesor depositado en dicha etapa de deposición electrolítica.

9. Método según la reivindicación 8), **caracterizado por que** el valor  $\Delta V1dep$  se calcula como:

$$\Delta V1dep = S1 * W1,$$

en el que:

- 5 - S1 representa la superficie S1 del objeto al final de dicha etapa de deposición electrolítica y W1 representa el espesor depositado en dicha etapa de deposición electrolítica, y **por que** el valor S1 se calcula a partir de una estimación, como:

$$S1 = S0 + (0,03) * S0 * W1 / 100,$$

- 10 es decir, como un incremento de porcentaje del 3 % con respecto al valor de superficie inicial S0 por cada 100 micrómetros de espesor depositado W1 y esperado para dicha etapa de deposición electrolítica, en el que el valor W1 se calcula, a partir de una estimación, como:

$$W1 = D1 / (S0 * Ddep),$$

15 en el que:

- 20 - Ddep representa la densidad de depósito definida como  $Ddep = K1 * \ln(Eff) + K2$ , en el que:  
- el parámetro de eficiencia Eff se da por la relación entre la variación en el peso del objeto, en miligramos, y los amperios-minutos de dicha etapa de deposición electrolítica y K1 y K2 son constantes obtenidas empíricamente.

10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 7) a 9), **caracterizado por que** dicha etapa de ajuste de los parámetros de deposición (110) comprende la etapa de ajuste de la corriente (I) y/o del tiempo de deposición (t) para dicha etapa sucesiva de deposición electrolítica (120).

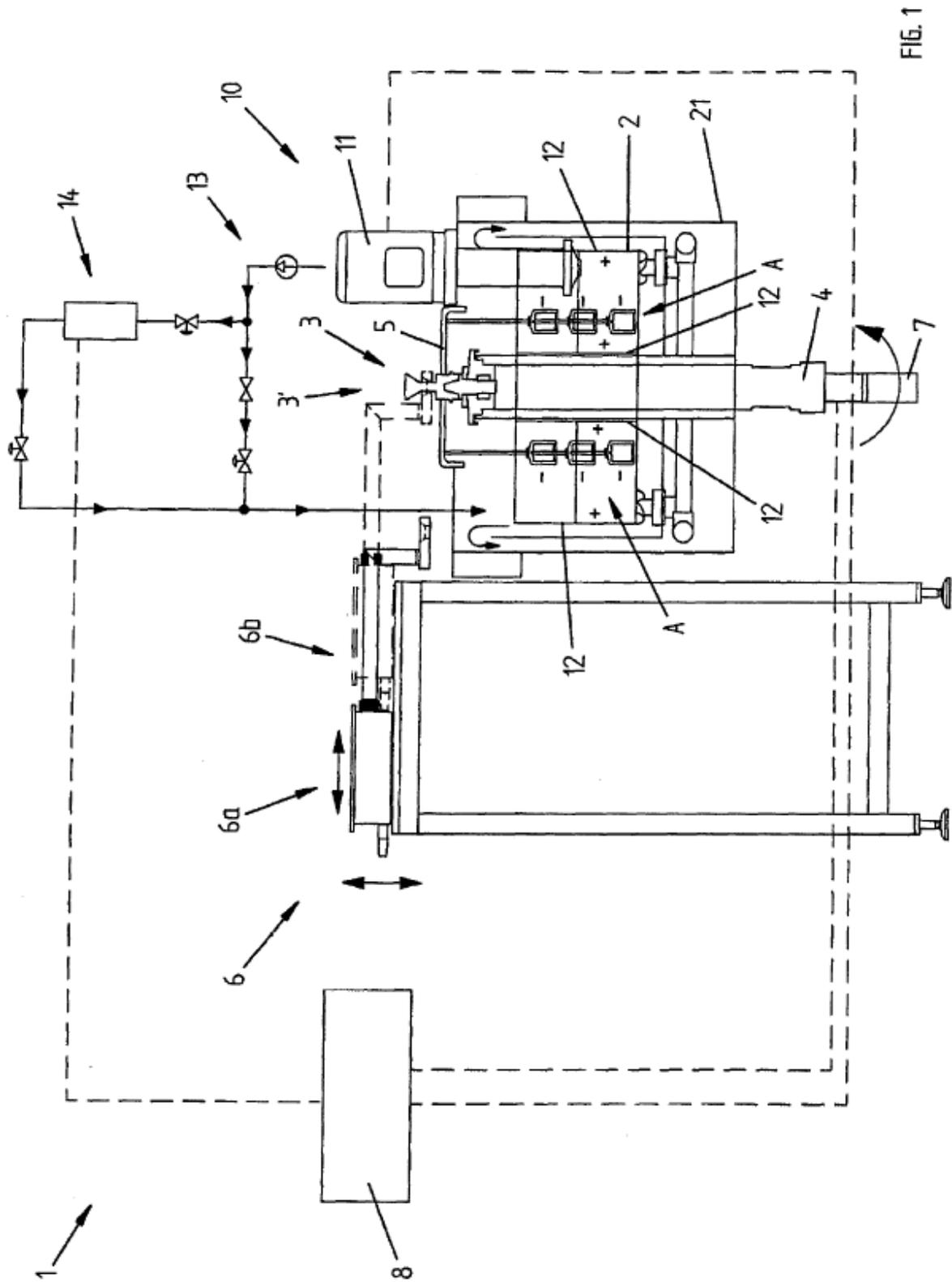


FIG. 1

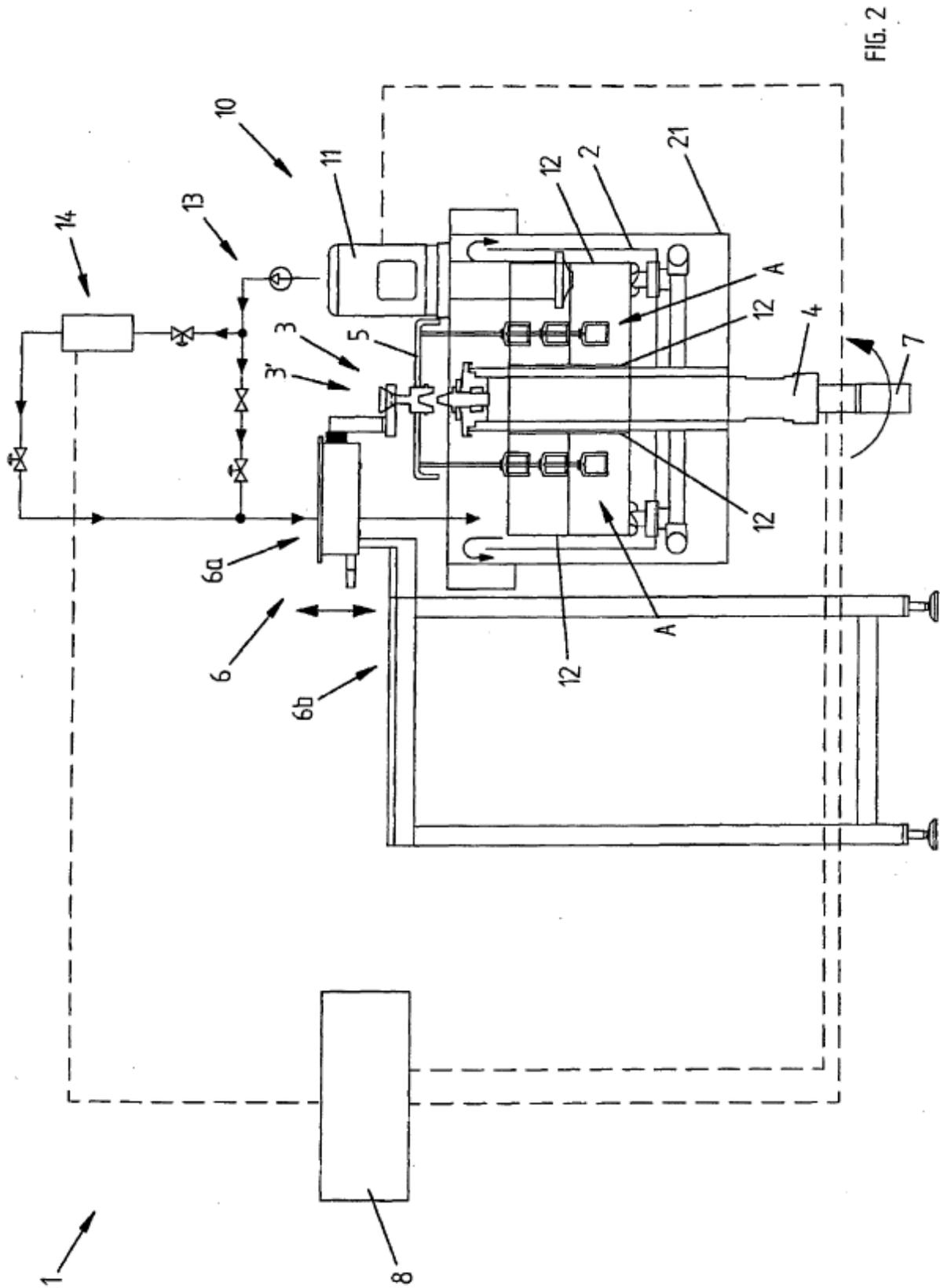


FIG. 2

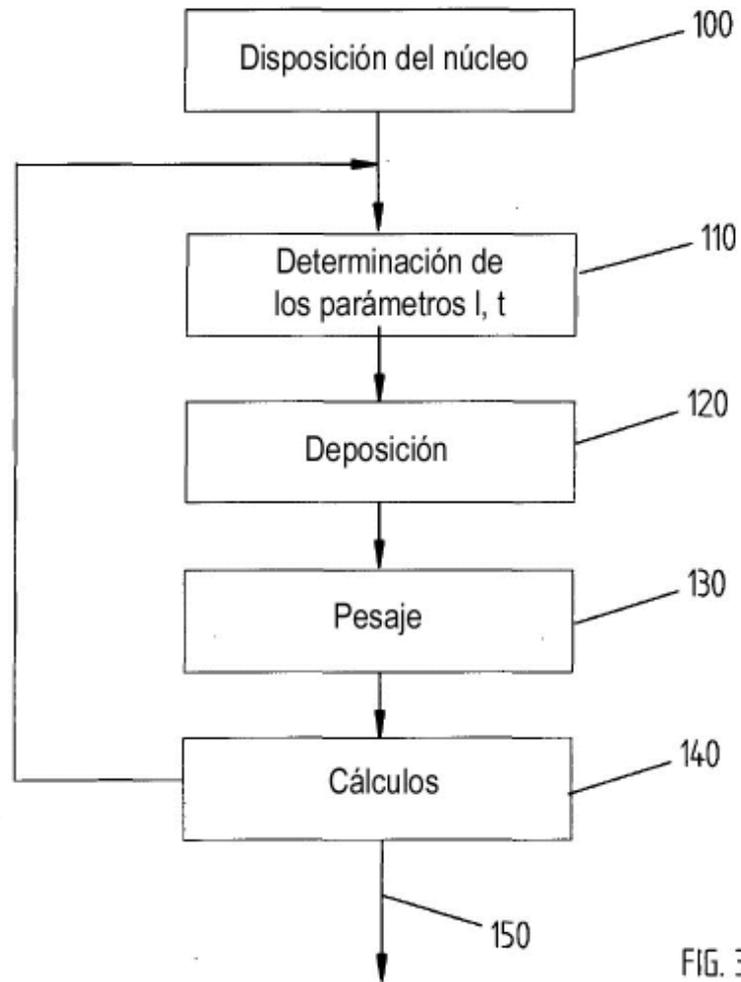


FIG. 3

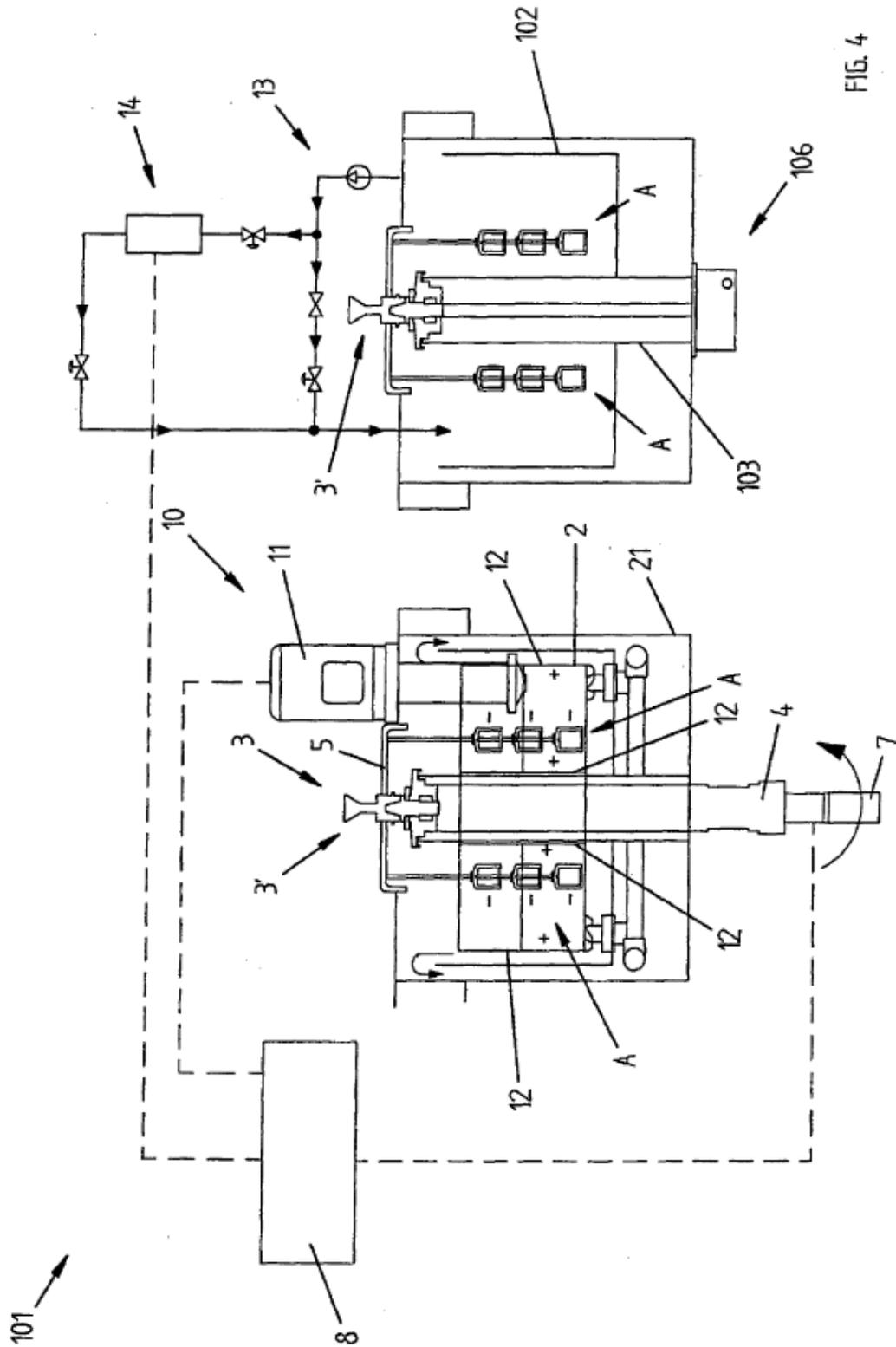


FIG. 4