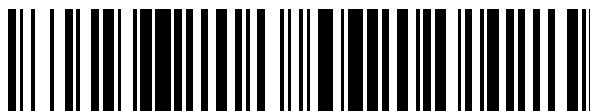


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 878 802**

51 Int. Cl.:

**B21B 3/00** (2006.01)

**B21B 45/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2018 PCT/EP2018/051869**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2018 WO18141632**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2018 E 18700928 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.03.2021 EP 3576891**

54 Título: **Método para fabricar productos laminados de aluminio que tienen al menos una superficie brillante**

30 Prioridad:

**31.01.2017 EP 17153945**

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

**19.11.2021**

73 Titular/es:

**CONSTELLIUM ROLLED PRODUCTS SINGEN  
GMBH & CO.KG (100.0%)  
Alusingen-Platz 1  
78224 Singen, DE**

72 Inventor/es:

**HERVIEU, PASCAL;  
RIBER, SÉBASTIEN;  
HODEL, RALF y  
BROWNE, DAVID**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

ES 2 878 802 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para fabricar productos laminados de aluminio que tienen al menos una superficie brillante

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a métodos para fabricar productos laminados de aluminio que tienen al menos una superficie brillante, por ejemplo, para aplicaciones de reflectores de iluminación.

## 10 Antecedentes de la invención

Las láminas de aluminio brillante se han usado para muchas aplicaciones que requieren propiedades ópticas o un aspecto específico, por ejemplo, en aplicaciones solares, automotrices, cosméticas, decorativas o de iluminación, tales como en conjuntos reflectores. Para estas aplicaciones, las láminas de aluminio deben tener varias propiedades fotométricas para cumplir con los requisitos de los fabricantes de dispositivos de iluminación. Entre las propiedades fotométricas más buscadas se encuentran la alta reflexión especular (la cantidad de luz reflejada por la lámina, como porcentaje de la luz incidente) y la baja reflexión difusa o no direccional de la luz. Estas propiedades se han logrado en la técnica anterior mediante una combinación de una cuidadosa selección de la aleación para el material de lámina y una de dos prácticas de laminación en frío. En una práctica, el material de lámina se lamina en frío hasta obtener un acabado de laminación estándar, seguido de un acabado químico/electroquímico o un revestimiento orgánico. En la otra práctica, al menos una superficie de la lámina de aleación de aluminio se lamina en frío con una superficie laminada en frío brillante o especular con el uso de un rodillo de trabajo que ha sido pulido hasta obtener un acabado liso. Esta lámina resultante tiene una alta reflectancia especular o similar a un espejo y una reflectancia difusa muy baja. Para proporcionar productos laminados de aluminio con una superficie brillante, la superficie del rodillo de trabajo usado en el laminador para laminar el producto debe tener una topografía diseñada para proporcionar el brillo deseado. También es importante la dificultad de evitar la transferencia del aluminio a los rodillos. Debido a la fricción y las altas presiones de laminación usadas, se debe tener mucho cuidado al lubricar la interfaz de fricción entre la pieza de trabajo de aluminio y el producto, para asegurar una acumulación mínima de aluminio en el producto y, al mismo tiempo, obtener un producto brillante. También, posiblemente relacionada con el lubricante, está la presencia de manchas de agua y partículas que son estéticamente poco atractivas y su eliminación o reducción es valiosa.

La solicitud de patente EP2239347 A1 describe una lámina de aleación de aluminio para vehículos de motor con excelente conformado en prensa, resistencia a la rugosidad de la superficie y capacidad de fijación de la forma que se produce sin someter la lámina a un tratamiento de estabilización mediante una colada de una masa fundida, que contiene 3,0-3,5 % en masa de Mg, 0,05-0,3 % en masa de Fe, 0,05-0,15 % en masa de Si y, además, una cantidad limitada de menos de 0,1 % en masa de Mn, el resto es sustancialmente de impurezas inevitables y Al, en una placa delgada que tiene un espesor de 5 a 15 mm en una máquina de colada de doble correa de modo que la velocidad de enfriamiento a 1/4 de profundidad del espesor de la placa delgada es de 20 a 200 °C/s; se enrolla la placa delgada fundida en una bobina; se somete la placa delgada enrollada a laminación en frío con un rodillo que tiene una rugosidad superficial de 0,2 a 0,7  $\mu\text{m}_{\text{Ra}}$  con una reducción de laminación en frío de 50 a 98 %; se somete la lámina delgada laminada en frío a un recocido final de forma continua en un CAL a una temperatura de mantenimiento de 400 a 520 °C o en un horno de recocido discontinuo a una temperatura de mantenimiento de 300 a 400 °C; y luego se somete la lámina resultante al aplanamiento con una niveladora.

La solicitud de patente WO2013/098098 A1 describe un método para material rodante (1), en donde se aplica un lubricante refrigerante a base de agua al material rodante (1) y/o al menos a un rodillo (20, 22, 30, 32) que forma un espacio entre rodillos (200, 300), con adición de al menos un aditivo soluble en agua y tribológicamente activo al lubricante refrigerante a base de agua antes de la aplicación al material rodante y/o el al menos un rodillo.

La solicitud de patente EP1028157 A1 describe un proceso para procesar y acondicionar aceite de laminación que comprende eliminar la suciedad y las partículas abrasivas mediante filtración y con una adición regulada de auxiliares de filtro, y ajustar la conductividad eléctrica en el aceite purificado.

La solicitud de patente DE19724172 A1 describe la purificación de aceite que contiene impurezas, que incluyen, por ejemplo, materia en suspensión, metal desgastado, grasa, productos de saponificación y talco, en un proceso de filtración de flujo transversal.

Para resolver estos problemas y proporcionar un proceso eficiente y económico para fabricar un producto laminado de aluminio que tenga al menos una superficie brillante, se ha diseñado un proceso mejorado que incluye un lubricante mejorado y un método para mantener este lubricante mejorado.

## Resumen de la invención

Un objetivo de la invención es un método para laminar en frío productos laminados de aluminio brillante que comprende:

- (a) Proporcionar un primer producto laminado de aleación de aluminio
- (b) Laminar dicho primer producto con un laminador que tenga al menos un rodillo de trabajo rectificado hasta un acabado, con una rugosidad Ra de menos de 1  $\mu\text{m}$ , y con el uso de un lubricante de laminación de un primer recipiente que contenga menos de 150 mg/L de residuos de aluminio para obtener un segundo producto laminado de aluminio que tiene al menos una superficie brillante,
- (c) Transferir al menos una parte de dicho lubricante de laminación a un segundo recipiente
- (d) Filtrar el lubricante de dicho segundo recipiente con el uso de filtración de flujo cruzado a través de una membrana, para obtener un lubricante de laminación limpio que comprenda menos de 10 mg/L y preferentemente menos de 5 mg/L de residuos de aluminio que tengan preferentemente un diámetro medio de menos de 2  $\mu\text{m}$ ,
- (e) Devolver dicho lubricante de laminación limpio al primer recipiente.

#### Descripción de las figuras

- 15 La Figura 1 es un diagrama esquemático del método de la invención.  
 La Figura 2 muestra la evolución del contenido de residuos de aluminio del lubricante de laminación 51 del primer recipiente 2 con el método de la invención. El inicio del proceso de filtración cruzada se muestra con una flecha.  
 La Figura 3 muestra la evolución del contenido de residuos de aluminio del lubricante limpio 54.

#### 20 Descripción de la invención

A menos que se indique lo contrario, se aplica la definición de la norma NF EN 12 258.

25 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para laminar en frío productos laminados de aluminio brillante.

Los productos laminados de aluminio brillante son productos laminados de aluminio que tienen al menos una superficie brillante. Por superficie brillante se entiende una superficie que tiene propiedades ópticas controladas. Las superficies brillantes incluyen superficies espejadas, brillantes, laminadas, semiespeculares, mate o estructuradas. En una realización preferida de la invención, la reflectancia especular de la superficie brillante, típicamente una superficie brillante espejada o laminada, medida por ejemplo con un medidor de brillo de acuerdo con la norma ISO 7668 en un ángulo de 20°, es al menos 58 % y preferentemente al menos 78 %, y la reflectancia difusa, medida por ejemplo con una esfera Ulbricht de acuerdo con la norma DIN 5036-3, permanece por debajo del 36 % y preferentemente por debajo del 8 %. En otra realización de la invención, típicamente una superficie brillante mate o estructurada, la reflectancia especular de la superficie brillante, medida por ejemplo con un medidor de brillo de acuerdo con la norma ISO 7668 en un ángulo de 60°, está entre el 15 % y el 75 %, típicamente menos del 50 %, y la reflectancia difusa, medida por ejemplo con una esfera Ulbricht de acuerdo con la norma DIN 5036-3, permanece más del 60 % y preferentemente más del 70 %.

40 Se proporciona un primer producto laminado de aleación de aluminio. El producto laminado de aleación de aluminio tiene típicamente un espesor entre 0,1 y 2 mm y preferentemente entre 0,3 y 1,2 mm. Preferentemente, dicho producto laminado de aluminio comprende una aleación de aluminio de las series 1XXX, 3XXX o 5XXX, según lo definido por The Aluminum Association, conocida por los expertos en la técnica. Este primer producto laminado de aleación de aluminio puede tener superficies de acabado de laminación estándar o puede tener al menos una superficie brillante.

45 Los productos brillantes generalmente se obtienen con el uso de un programa de laminación que incluye varias pasadas de laminación con una rugosidad decreciente del rodillo de trabajo. Este primer producto laminado de aleación de aluminio se lamina con un laminador que tiene al menos un rodillo de trabajo pulido hasta un acabado con una rugosidad Ra, medida de acuerdo con la norma DIN EN ISO 4288, de menos de 1  $\mu\text{m}$ , y preferentemente un acabado liso con Ra de menos de 0,1  $\mu\text{m}$  y preferentemente Ra de menos de 0,05  $\mu\text{m}$  e incluso más preferentemente Ra de menos de 0,03  $\mu\text{m}$ . Se observa que los rodillos de trabajo pulidos hasta un acabado con una rugosidad Ra entre 0,1 y 1  $\mu\text{m}$  están particularmente adaptados para superficies brillantes mate o texturizadas. En una realización, ambos rodillos de trabajo tienen una rugosidad Ra de menos de 1  $\mu\text{m}$ , preferentemente de menos de 0,1  $\mu\text{m}$ , y preferentemente una Ra de menos de 0,05  $\mu\text{m}$  o incluso una Ra de menos de 0,03  $\mu\text{m}$ . El laminador puede ser del tipo doble (dos rodillos), cuádruple (4 rodillos) o séxtuple (6 rodillos). En una realización preferida, el laminador es del tipo doble, porque la rugosidad del rodillo de trabajo no se ve afectada por la rugosidad de los otros rodillos y porque la transferencia de aluminio entre el rodillo y la lámina es más fácil de manejar. Por laminación se obtiene un segundo producto laminado de aluminio que tiene al menos una superficie brillante. Preferentemente, la rugosidad Ra de dicha al menos una superficie brillante medida de acuerdo con la norma DIN EN ISO 4288 y/o con el uso de interferometría de luz blanca es de menos de 0,1  $\mu\text{m}$ , preferentemente de menos de 0,05  $\mu\text{m}$ , e incluso más preferentemente una Ra de menos de 0,03  $\mu\text{m}$ . En una realización, dicha superficie brillante tiene una rugosidad Ra entre 0,01  $\mu\text{m}$  y 0,02  $\mu\text{m}$ . En otra realización relacionada con superficies mate o texturizadas, la rugosidad Ra de dicha al menos una superficie brillante medida de acuerdo con la norma DIN EN ISO 4288 y/o con el uso de interferometría de luz blanca es más de 0,1  $\mu\text{m}$  o incluso más de 0,2  $\mu\text{m}$  y de menos de 1  $\mu\text{m}$ , preferentemente menos de 0,5  $\mu\text{m}$ , e incluso más preferentemente Ra menos de 0,4  $\mu\text{m}$ . En otra realización, dicha superficie brillante tiene una rugosidad Ra entre 0,3  $\mu\text{m}$  y 0,5  $\mu\text{m}$ . En otra realización más, dicha superficie brillante tiene una rugosidad Ra entre 0,8  $\mu\text{m}$  y 1,2  $\mu\text{m}$ .

Un lubricante de laminación almacenado en un primer recipiente se usa para enfriar y lubricar el laminador. Los presentes inventores observaron que la calidad de dicha superficie brillante se mejora y se mantiene consistentemente si el lubricante de laminación comprende menos de 150 mg/L de residuos de aluminio, preferentemente menos de 100 mg/L y preferentemente menos de 50 mg/L. Sin embargo, durante la laminación, el contenido de residuos de aluminio en el lubricante de laminación aumenta continuamente debido a la interfaz de fricción entre el rodillo de trabajo de acero y el producto laminado. El método de la invención permite mantener el contenido de residuos de aluminio por debajo de 150 mg/L durante varios meses de funcionamiento del laminador sin la sustitución completa del lubricante de laminación ya que solo se necesitan adiciones puntuales para mantener la cantidad total de lubricante. A diferencia de otras soluciones costosas en donde el lubricante de laminación se sustituye tan pronto como el contenido de residuos de aluminio alcanza un valor superior a 150 mg/L, en el método de la invención se proporciona un proceso de filtrado eficiente del lubricante de laminación. De acuerdo con la invención, al menos una parte de dicho lubricante de laminación se transfiere a un segundo recipiente. La parte que se transfiere es suficiente para mantener un flujo de lubricante que permite un control de la cantidad de residuos de aluminio en el primer recipiente. El lubricante de dicho segundo recipiente se filtra con el uso de filtración de flujo cruzado a través de una membrana, para obtener un lubricante de laminación limpio que comprende menos de 10 mg/L de residuos de aluminio que tienen preferentemente un diámetro medio de menos de 2  $\mu\text{m}$  y más preferentemente que tienen un diámetro medio de menos de 1  $\mu\text{m}$ . La filtración de flujo cruzado, también conocida como filtración de flujo tangencial, es un tipo de filtración en donde la mayor parte del flujo de alimentación viaja tangencialmente a lo largo de la superficie del filtro, en lugar de a través del filtro. Los residuos sólidos se rechazan en este flujo principal y se reciclan en un tanque de trabajo. El líquido filtrado va en dirección perpendicular (flujo cruzado) a este flujo principal. Las dos direcciones diferentes y perpendiculares del aceite sucio y el filtrado permiten una obstrucción muy limitada del filtro. La filtración de flujo cruzado es diferente de la filtración sin salida en la que la alimentación pasa a través de una membrana o lecho, los sólidos quedan atrapados en el filtro y el filtrado se libera en el otro extremo. Los presentes inventores observaron que la filtración de flujo cruzado es particularmente adecuada para obtener un flujo significativo de un lubricante de laminación limpio que comprende menos de 10 mg/L y preferentemente 5 mg/L de residuos de aluminio para la laminación de productos brillantes. De hecho, los presentes inventores observaron que un aspecto particular de la laminación de productos brillantes es que los residuos de aluminio que se producen son particularmente pequeños, típicamente de menos de 2  $\mu\text{m}$  de diámetro y no se filtran fácilmente con técnicas estándar, tales como filtros de pila con auxiliares de filtración, tales como tierras de diatomeas, arcilla o celulosa. La eliminación de partículas grandes con un diámetro de más de 2  $\mu\text{m}$  e incluso más preferentemente de más de 1  $\mu\text{m}$  o incluso de más de 0,5  $\mu\text{m}$ , también contribuye a la calidad del producto ya que los residuos de aluminio grandes y duros pueden producir defectos en las superficies del producto laminado de aluminio. Ventajosamente, la filtración de flujo cruzado se realiza a través de al menos una membrana cerámica cilíndrica, preferentemente con una porosidad de menos de 0,3  $\mu\text{m}$  y preferentemente de menos de 0,2  $\mu\text{m}$ . Las membranas cerámicas se hacen preferentemente de alúmina alfa, carburo de silicio, zirconia u óxido de titanio o combinaciones de los mismos. Alternativamente, también se pueden usar membranas metálicas hechas de acero inoxidable con una porosidad similar. En otra realización más, la filtración de flujo cruzado se lleva a cabo con un conjunto de membrana de filtro que tiene una pluralidad de membranas de filtro que se mueven dinámicamente. Las membranas cerámicas también pueden tener un comportamiento hidrofóbico que limita la adsorción de humedad en el soporte y ayuda a mantener un alto caudal durante la operación.

El tamaño y las características de la membrana se eligen para eliminar los residuos de aluminio sin cambiar la composición del aceite de laminación, particularmente, los aditivos funcionales deben permanecer preferentemente en el lubricante de laminación.

El lubricante de laminación limpio que comprende menos de 10 mg/L y preferentemente menos de 5 mg/L de residuos de aluminio que tienen preferentemente un diámetro medio de menos de 2  $\mu\text{m}$ , se devuelve luego al primer recipiente con un flujo suficiente para mantener menos de 150 mg/L de residuos de aluminio en el primer recipiente.

Preferentemente, el contenido de agua del lubricante de laminación de dicho primer recipiente es de menos de 0,1 g/L y el contenido de agua del lubricante de laminación limpio es de menos de 0,05 g/L. En una realización, un dispositivo de extracción de agua se conecta a dicho segundo recipiente. El dispositivo de extracción de agua puede ser un dispositivo de desgasificación o un dispositivo de absorción como, por ejemplo, un filtro de celulosa. En otra realización, la temperatura del lubricante de laminación durante la filtración de flujo cruzado está entre 90 °C y 100 °C para permitir la evaporación del agua. Mantener el contenido de agua del lubricante de laminación del primer recipiente a menos de 0,1 g/L es ventajoso para evitar manchas de agua en el segundo producto de aluminio laminado.

La temperatura del lubricante de laminación del primer recipiente se mantiene preferentemente entre 30 °C y 50 °C. Ventajosamente, la temperatura del lubricante de laminación durante la filtración de flujo cruzado está entre 50 °C y 100 °C. Si la temperatura del lubricante de laminación durante la filtración de flujo cruzado está entre 90 °C y 100 °C, puede ser necesario un dispositivo de enfriamiento para obtener la temperatura deseada del lubricante de laminación en el primer recipiente. En otra realización, la temperatura del lubricante de laminación durante la filtración de flujo cruzado está entre 50 °C y 70 °C.

La Figura 1 es un diagrama esquemático de dispositivos y flujos adecuados para llevar a cabo el método de la presente invención. Se usa un laminador 1 con al menos un rodillo de trabajo 11 rectificado hasta un acabado liso para laminar un primer producto laminado de aluminio a un segundo producto laminado de aluminio, que tiene al menos una

5 superficie brillante. Para la laminación se usa un lubricante de laminación 51 de un primer recipiente 2 que comprende menos de 150 mg/L de residuos de aluminio. El lubricante de laminación se filtra continuamente en un circuito 21, a través de un filtro de pila 22 común. Al menos una parte del lubricante de laminación 51 se transfiere a un segundo recipiente 3. La transferencia puede realizarse de forma continua o por lotes. El lubricante 52 del segundo recipiente 3 se filtra con el uso de filtración de flujo cruzado 4. Se usa una bomba 31 para alimentar un circuito de filtración cruzada 42 mantenido por una bomba 43. La bomba 43 es suficiente para obtener una filtración cruzada a través de una membrana de filtración cruzada 41. El lubricante de laminación en la sección 53 atraviesa tangencialmente la membrana 41 y se obtiene un lubricante de laminación limpio 54 que comprende menos de 10 mg/L de residuos de aluminio y preferentemente menos de 5 mg/L de residuos de aluminio que tienen preferentemente un diámetro medio menor de 2  $\mu\text{m}$ . El lubricante de laminación limpio 54 se devuelve al primer recipiente 2.

#### Ejemplo

15 Se ha hecho funcionar un laminador doble, usado para laminar en frío laminado de aluminio brillante con un método de la invención como se describe en la Figura 1. La membrana de filtración cruzada era de óxido de Ti-Zr con una capa de alúmina alfa y tenía un límite de 0,1  $\mu\text{m}$  que permitía que el aceite de laminación filtrado tuviera un diámetro medio de menos de 2  $\mu\text{m}$ . El laminador se usó varios meses sin ninguna sustitución del aceite de laminación, solo adiciones puntuales para mantener la cantidad total de lubricante.

20 El contenido de residuos de aluminio del lubricante de laminación 51 del primer recipiente 2 y del lubricante limpio 54 se proporciona en las Figuras 2 y 3, respectivamente.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para laminar en frío productos laminados de aluminio brillante que comprende:
  - 5 (a) Proporcionar un primer producto laminado de aleación de aluminio
  - (b) Laminar dicho primer producto con un laminador (1) que tiene al menos un rodillo de trabajo rectificado hasta un acabado (11), con una rugosidad  $R_a$  de menos de  $1\ \mu\text{m}$ , y que usa un lubricante de laminación (51) de un primer recipiente (2) que comprende menos de 150 mg/L de residuos de aluminio para obtener un segundo producto laminado de aluminio que tiene al menos una superficie brillante,
  - 10 (c) Transferir al menos una parte de dicho lubricante de laminación a un segundo recipiente (3)
  - (d) Filtrar el lubricante de dicho segundo recipiente (52) con el uso de filtración de flujo cruzado (4) a través de una membrana (41), para obtener un lubricante de laminación limpio (54) que comprende menos de 10 mg/L y preferentemente menos de 5 mg/L de restos de aluminio que tienen preferentemente un diámetro medio de menos de  $2\ \mu\text{m}$ ,
  - 15 (e) Devolver dicho lubricante de laminación limpio (54) al primer recipiente.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el contenido de agua del lubricante de laminación de dicho primer recipiente es de menos de 0,1 g/L y el contenido de agua de dicho lubricante de laminación limpio es de menos de 0,05 g/L.
- 20 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la filtración de flujo cruzado se lleva a cabo a través de al menos una membrana cerámica cilíndrica.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la filtración de flujo cruzado se lleva a cabo con un conjunto de membrana de filtro que tiene una pluralidad de membranas de filtro que se mueven dinámicamente.
- 25 5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la temperatura del lubricante de laminación está entre  $30\ ^\circ\text{C}$  y  $50\ ^\circ\text{C}$ .
- 30 6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la filtración de flujo cruzado se lleva a cabo a una temperatura entre  $50\ ^\circ\text{C}$  y  $100\ ^\circ\text{C}$ .
7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la rugosidad  $R_a$  de dicha al menos una superficie brillante medida de acuerdo con la norma DIN EN ISO 4288 y/o con el uso de interferometría de luz blanca es de menos de  $0,1\ \mu\text{m}$ , preferentemente de menos de  $0,05\ \mu\text{m}$ , e incluso más preferentemente una  $R_a$  de menos de  $0,03\ \mu\text{m}$ .
- 35 8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde dicho lubricante de laminación de dicho primer recipiente comprende menos de 50 mg/L de residuos de aluminio.
- 40 9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde dicho producto laminado de aluminio comprende una aleación de aluminio de las series 1XXX, 3XXX o 5XXX.
- 45 10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde al menos un rodillo de trabajo se rectifica hasta un acabado liso con una rugosidad  $R_a$  de menos de  $0,1\ \mu\text{m}$ .

Figura 1/3

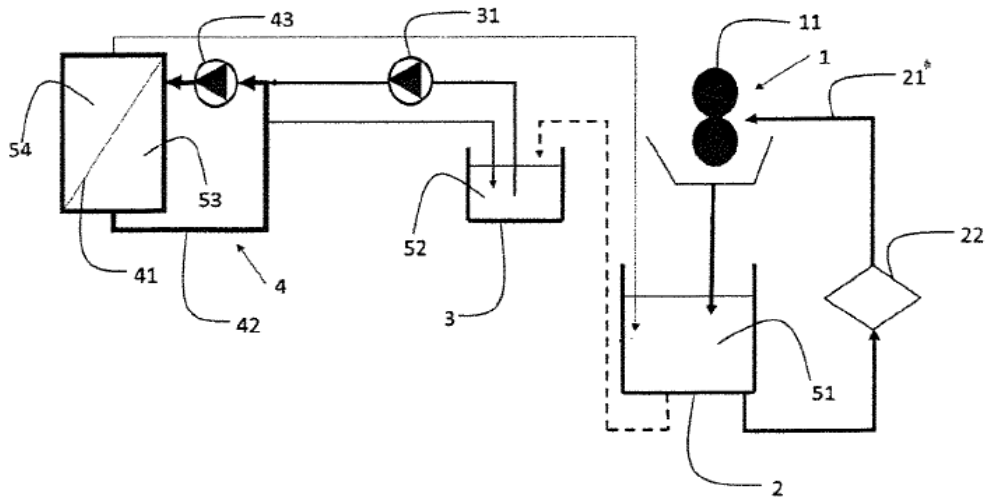


Figura 2/3

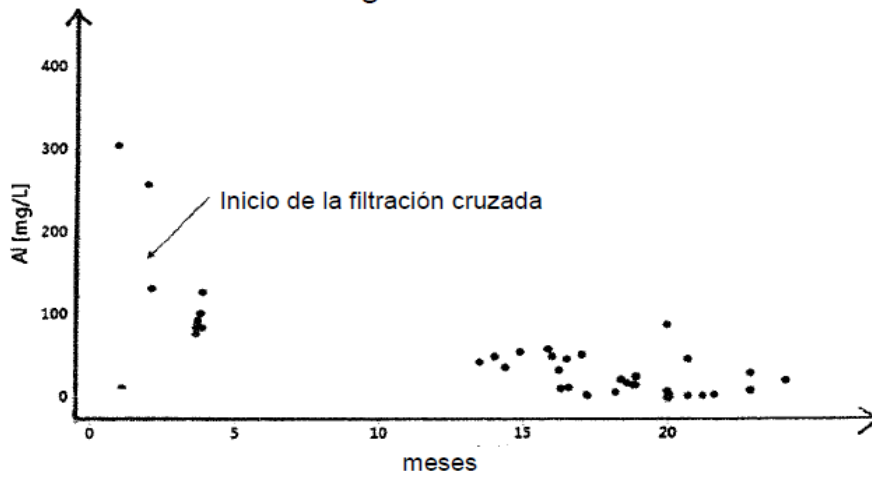


Figura 3/3

