

Nº 339.161

**339 161**

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: Kiyoshi INOUE

Residencia: 100 Sakato, Kawasaki, Kanagawa, TOKYO, JAPON.

Enunciado: "UN METODO Y UN APARATO DE RECTIFICADO ELECTRO  
QUIMICO".

Prioridad: de las solicitudes de patente japonesas núms.  
41-23102 y 41-23103 ambas del 12 de Abril de  
1.966.

-----



339161

El presente invento se refiere a un método y a un aparato para aumentar la precisión de las técnicas electroquímicas de rectificado y, más particularmente, a perfeccionamientos en el rectificado electroquímico que proporcionan una configuración más exacta de la pieza industrial, un reducido desgaste de herramientas, menor consumo de energía y un mejor acabado de la pieza industrial.

Durante muchos años se han utilizado las técnicas de rectificado electroquímico, toda vez que éste se caracteriza por un excelente acabado de la pieza industrial y una capacidad para trabajar metales de diversas durezas. En los sistemas anteriores de rectificado electroquímico, se ponen en contacto una herramienta generalmente conductora (por ejemplo una rueda de diamante con aglutinado metálico) y la pieza industrial con partículas de diamante u otros medios que forman un minúsculo hueco interelectrodo a través del cual se hace pasar un electrolito en forma de película sobre la herramienta-electrodo giratoria.

Se han descubierto perfeccionamientos en el rectificado electroquímico mediante los cuales pueden evitarse los inconvenientes que ofrecen las ruedas contentivas de diamante y otros medios para mantener el ligero hueco interelectrodo. Cuando el electrodo y el electrolito poseen aproximadamente las mismas resistividades, puede prescindirse del diamante u otras partículas como espaciadores interelectrodo toda vez que la película electrolítica inherentemente presente en el hueco interelectrodo y/o irregularidades de relleno en cualquiera de las superficies del electrodo conduce una parte importante de la corriente mecánica de tal modo que la erosión electroquímica se lleva a cabo pese a la tendencia de la pieza industrial a establecer contacto directo con el electrodo.

Se ha comprobado que casi todos los métodos de rectificado electroquímico se caracterizan por inconvenientes que solo se comprenden en parte pero que aparentemente se derivan de la naturaleza y carác-



339161

5 ter del electrólito en el hueco interelectrodo y sobre las superficies  
del electrodo y la pieza industrial. Así, cuando se utiliza una herra-  
mienta-electrodo giratoria de gran velocidad para configurar una pieza  
industrial conductora y un electrólito se desliza a lo largo de la pe-  
riferia de la herramienta, se produce de ordinario un socavado de es-  
quinas, ángulos o bordes. Tal socavado sobrepasa con frecuencia las to-  
lerancias mecánicas del sistema y hace que el rectificado electroquí-  
10 co resulte inapropiado para ciertos fines. Investigaciones llevadas a  
cabo han demostrado que existe una relación entre el grado de socavado  
y las características del electrólito sobre la herramienta giratoria.  
Más específicamente, se considera que el electrólito portador de co-  
rriente tiende a alejarse de la superficie de la herramienta a altas  
velocidades bajo la acción centrífuga de la rueda rectificadora gira-  
toria y contra las fuerzas de tensión superficial que tienden a mante-  
15 ner el electrólito líquido contra la rueda. Cuando han de formarse ner-  
vaduras o acanaladuras en la pieza industrial por una rueda de perfil  
correspondiente, por lo tanto, los fondos de las ranuras tienden a  
acanalarse. Dado que el trabajo de máquina tiene lugar preferentemente  
en los fondos de las ranuras, los lomos se hallan expuestos correspon-  
20 dientemente a una menor corriente mecánica y pueden no resultar afecta-  
dos por la acción de rectificado electroquímico.

Es por tanto el objeto principal del presente invento faci-  
litar un método y un aparato para aumentar o mejorar la precisión de  
las técnicas de rectificado electroquímico.

25 Otro objeto más de este invento es facilitar un aparato del  
tipo de rectificado electroquímico que proporcionará una precisión sen-  
siblemente mejor de las que hasta ahora ha sido posible ofrecer.

Otro objeto más de este invento es facilitar un método de  
rectificado electroquímico de piezas industriales metálicas que propor-  
30 ciona gran exactitud, mejor acabado de superficie, mayor velocidad de

339161



trabajo y un reducido desgaste del electrodo.

Otro objeto más del invento es proporcionar un aparato para el rectificado electroquímico de piezas industriales que imparte complejos perfiles a las mismas con una exacta reproducción del perfil de la herramienta.

Estos y otros objetos que se pondrán de manifiesto más adelante se logran, según el presente invento, por un método basado en el sorprendente descubrimiento de que es posible mejorar de múltiples formas la precisión de las técnicas de rectificado electroquímico regulando la naturaleza de la película de electrólito directamente sobre la herramienta-electrodo. El término "regular", cuando se aplica al electrólito sobre la herramienta-electrodo o rueda rectificadora, pretende referirse a la modificación de la composición del electrólito así como a la alteración de su carácter físico directamente sobre la superficie del electrodo, mediante las cuales, cuando se dispone el electrólito mejorado en el interior del hueco interelectrodo, se reduce sorprendentemente la tendencia a socavar la pieza industrial, a erosionar de modo irregular las superficies yuxtapuestas, etc.

Según una característica más específica del invento y un aspecto particular del mismo, el procedimiento consiste en extraer el exceso de electrólito de la superficie del electrodo justamente antes de la yuxtaposición de esta superficie giratoria con la pieza industrial para la acción mecánica. Por "extracción" del electrólito se da a entender la retirada de todo el electrólito excepto una película delgada o una capa sensiblemente monomolecular que permanece adherida a la superficie por la tensión superficial y fuerzas similares.

La extracción del electrólito puede llevarse a cabo, de acuerdo con el presente invento, de diferentes formas, según la construcción del electrodo, etc. Así, se ha descubierto que, especialmente cuando el electrodo está profundamente perfilado, es posible retirar



339161

el exceso de electrólito y formar sobre la superficie mecánica de la herramienta-electrodo una película relativamente delgada o monocapa de electrólito impeliendo contra esta superficie un enjugador complementariamente perfilado en forma de una lámina delgada relativamente tiesa. La lámina, que puede ser de celuloide, polietileno, politetrafluoroetileno u otra resina sintética de baja fricción (no corrosible por el electrólito) puede ejercer una acción enjugadora contra la superficie o funcionar como cuchara de líquido para conducir el electrólito excedente lejos de esta superficie. Alternativamente, puede asegurarse una película finamente conformada de electrólito yuxtaponiendo estrechamente con la superficie mecánica una cabeza de succión adaptada para trasegar a modo de sifón o aspirar el exceso de electrólito de la superficie mecánica giratoria. Se ha comprobado que, independientemente del grado de succión, permanece suficiente electrólito adherido para permitir la acción de rectificado electroquímico aunque se elimina prácticamente todo el socavado. Además de o en lugar del uso de succión, se prevé también, de acuerdo con el invento, dirigir un chorro de gas a gran velocidad contra la superficie mecánica, desalojando con ello el exceso de electrólito.

Según otro aspecto de este invento, se mejora notablemente la acción de rectificado electroquímico transformando eléctricamente el electrólito sobre la herramienta-electrodo antes de introducir la película de electrólito en la yuxtaposición con la pieza industrial. De acuerdo con este aspecto del invento, puede yuxtaponerse un elemento de electrodo auxiliar con la superficie mecánica de tal modo que la película de electrólito tiende un puente sobre el hueco entre el electrodo auxiliar y la herramienta-electrodo, mientras un circuito aplica la corriente modificadora entre este electrodo auxiliar y la herramienta-electrodo. Se ha comprobado que es en extremo conveniente disponer, como electrodo auxiliar, una cabeza o tobera distribuidora para el flujo



339161

del electrólito, asegurando con ello un curso conductivo a través del chorro de electrólito suministrado a la superficie mecánica.

Aunque no se comprende del todo el mecanismo para la transformación eléctrica de la película de electrólito en cuanto a su efecto sobre la precisión mecánica de una acción de rectificado electroquímico, puede aventurarse la hipótesis de que alguna forma de descomposición electrolítica, ionización, o similar tiene lugar en la película, cuya transformación emplea un tiempo de recombinación o restauración menor que el requerido para introducir el electrólito transformado en las zonas de interfase. También es concebible que la activación de corriente alterna (y especialmente activación de electrólito de alta frecuencia) de lugar a una desintegración de cualquier efecto de polarización o a una activación en la interfase electrólito/electrodo que facilite el flujo uniforme de corriente mecánica entre la herramienta-electrodo y la pieza industrial. Esta modificación en la interfase electrodo/electrólito puede además mejorar la adhesión del electrólito a la herramienta-electrodo, reduciendo con ello el socavado. En cualquier caso, se observa un sorprendente aumento en la precisión mecánica cuando la película de electrólito es tratada directamente sobre la superficie mecánica giratoria aplicando a la misma una corriente continua, una corriente alterna, una corriente alterna de alta frecuencia (por ejemplo en los límites de 1 kilociclo a 3 megaciclos) o corriente continua sobre la cual se sobrepone una corriente alterna de baja frecuencia (por ejemplo 30 - 500 ciclos por segundo) o de alta frecuencia (por ejemplo del orden de kilociclos o megaciclos).

Se ha comprobado que el presente invento es especialmente apropiado para ser usado con los sistemas descritos en la solicitud anterior asimismo pendiente en los cuales se emplea una rueda de grafito de rectificado electroquímico con un electrólito que posee una resistividad dinámica específica próxima a la de la rueda de grafito.



339161

En la práctica, se ha comprobado que la corriente mecánica puede ser continua o alterna, siendo aparentemente esta última efectiva a causa de la erosión preferente de la pieza industrial.

5                   Según otro aspecto más del presente invento, puede mejorarse la precisión mecánica del sistema modificando la tensión superficial o características correspondientes de la película de electrólito sobre la superficie mecánica. Más particularmente, se ha comprobado que es conveniente añadir uno o más compuestos formadores de agentes activos de superficie tales como aceite de oliva, aceite de asfalto, ácido esteárico, ácido caproico, alcohol cetílico o similares, los cuales, cuando son sometidos a modificación eléctrica con el electrodo auxiliar mencionado anteriormente y/o cuando se combinan con los iones del electrólito, tienden a formar verdaderos jabones metálicos o agentes activos de superficie in situ. La presencia de los agentes activos de superficie parece reducir la tendencia del electrólito a migrar de la herramienta-electrodo y servir de este modo para reducir el socavado en la forma descrita anteriormente. Los compuestos formadores de agentes activos de superficie son con preferencia alcoholes orgánicos de cadena larga, ácidos o aceites de alquilo, aromáticos o de aralquilo.

10  
15  
20                   Experimentos llevados a cabo han demostrado que las técnicas del presente invento, cuando se aplican al rectificado electroquímico de perfiles complejos, artículos dentados o serrados y similares, pueden aumentar la precisión mecánica más de 3 veces y media y producir superficies de mejor calidad. De hecho, los perfeccionamientos descritos anteriormente hacen el rectificado electroquímico competitivo con la mayoría de los sistemas mecánicos y de formación de troqueles en lo que respecta a precisión.

25  
30                   Los expuestos y otros objetos, características y ventajas del presente invento se evidenciarán con mayor claridad por la descripción que sigue, con referencia a los planos anexos, en los cuales:



# 339161

las figs. 1 y 2 son vistas esquemáticas en sección transversal que ilustran las características de flujo de electrólito sobre la periferia de rotación de las ruedas de rectificado electroquímico antes de este invento;

5                    la fig. 3 es una vista en sección transversal que ilustra el socavado que puede resultar como consecuencia de las características de flujo de las figs. 1 y 2;

                  las figs. 4 y 5 son vistas esquemáticas en alzado que ilustran sistemas perfeccionados de rectificado electroquímico según el  
10                    presente invento;

                  la fig. 6 es una vista en sección transversal tomada generalmente a lo largo de la s líneas VI - VI de la fig. 5;

                  las figs. 7 y 8 son vistas esquemáticas y algo en alzado de otras formas de realización del invento;

15                    la fig. 9 es un gráfico que muestra los resultados susceptibles de obtenerse con el dispositivo de la fig. 8;

                  las figs. 10 y 11 son vistas esquemáticas en alzado de sistemas de rectificado que utilizan la superficie plana de una rueda;

                  la fig. 12 es una vista en perspectiva fragmentaria que  
20                    muestra otra característica de este invento;

                  la fig. 13 es una vista esquemática en alzado y en sección parcial; y

                  la fig. 14 es una vista en perspectiva y sección transversal de otro sistema de rectificado que ilustra los principios del presente invento.  
25

                  En las figs. 1 y 2, se muestra esquemáticamente la naturaleza de una película de electrólito F a lo largo de la superficie mecánica M de una rueda de grafito W utilizada para el rectificado electroquímico de una pieza industrial (no representada). La pared perfilada  
30                    W está formada con una serie de acanaladuras R', R'' y R''' a lo largo



339161

de la superficie mecánica con cavidades intermedias T' y T". La acanaladura "R" es de sección cuneiforme y tiende a echar fuera la película de electrólito F en una lámina relativamente extendida F', en tanto que la acanaladura R" es aplanada de tal modo que láminas algo más cortas de electrólito F" son rechazadas en dirección radial. Una superficie redondeada tal como la de la acanaladura R" forma corrientes aun menores a modo de disco F"" de electrólito. Cuando la superficie mecánica M se aproxima estrechamente a una pieza industrial según se ilustra en w, por ejemplo, en la fig. 3, estas corrientes espurias de electrólito F' a F"" parecen producir el socavado de las acanaladuras formadas en el interior de la pieza industrial w en U', U" y U"". Así el perfil de la superficie mecánica difiere materialmente del perfil del electrodo contorneado.

Según se ilustra en la fig. 2, las desventajas descritas anteriormente caracterizan también las ruedas de superficie lisa tales como la que puede verse en U'. Aquí la superficie mecánica M' es cilíndrica aunque la película electrolítica es por otra parte no uniforme y es rechazada en láminas radiales F' etc. Cuando se utiliza esta rueda para trabajar una pieza industrial con cualquier aparato corriente de rectificado electroquímico, se encuentran irregularidades superficiales en la pieza industrial a pesar de la relativa suavidad de la herramienta-electrodo. De hecho, se ha descubierto que la aspereza e inexactitud en la superficie de una pieza industrial se deriva en gran medida de la naturaleza y carácter de la película electrolítica.

Los inconvenientes tratados en relación con las figs. 1 - 3 pueden evitarse, de acuerdo con un aspecto del presente invento, extrayendo el exceso de electrólito de la superficie mecánica de la herramienta-electrodo y/o aplicando a la misma el electrólito de tal modo que únicamente se forma una película delgada de electrólito o monocapa uniformemente a lo largo de la superficie del electrodo. En el sistema de la fig. 4, se representa una pieza industrial sustentada sobre un carro



339161

de alimentación transversal 11 de construcción corriente y yuxtapuesto con una rueda de rectificado electroquímico 12: (por ejemplo de grafito). La rueda 12 se utiliza para formar un canal 13 en la pieza industrial y para tal fin se conecta con una fuente de energía del rectificado electroquímico adaptada para aplicar una corriente continua o alterna a través de la rueda 12 y la pieza industrial 10 contra la cual es impedida la rueda. Una fuente de energía de este tipo se halla representada en 14 en la fig. 4 y posee un terminal conectado a un enjugador 14' el cual, a su vez, ajusta con el eje 12' de la rueda rectificadora 12. El otro terminal 14'' va conectado a la pieza industrial 10.

La rueda rectificadora 12 tiene su eje 12' accionado por un motor 12'' y está formada con una superficie mecánica cilíndrica 15 a la cual es suministrado el electrólito a través de una tobera 16 cercana al punto en que la superficie mecánica 15 se eleva de la pieza industrial 10. La superficie mecánica revestida de electrólito se extiende en la dirección de la flecha 17 (es decir, en sentido horario) por delante de un enjugador 18 de un material poroso al cual va acoplado un tubo de succión 19. Un turbocompresor de presión negativa o bomba de succión 20 comunica con la línea 19 de tal modo que la cabeza 18 simultáneamente enjuga la superficie del electrodo 15 y succiona de la misma el exceso de electrólito a través del cuerpo poroso 18. Un desagüe o guía 21 situado debajo del enjugador 18 conduce el líquido enjugado lejos de la superficie mecánica. Después de que la superficie mecánica continua y sin fin 15 pasa rozando el enjugador de succión a modo de esponja 18, una película relativamente delgada de electrólito permanece sobre la superficie. Esta película delgada puede reducirse aun más por medio de un chorro de aire a alta presión representado en 22 y dirigido desde una tobera 23, generalmente en sentido tangencial contra la superficie mecánica 15 contrario a su dirección de rotación. Se ha comprobado que tal chorro no disminuye la uniformidad de la película en el sen-



# 339161

5           tido que cabría esperar sino que más bien méjora notablemente la preci-  
sión mecánica. En realidad, el chorro 22 puede usarse solo en el caso  
de que se omita la cabeza 18. Un turbocompresor 24 suministra aire com-  
primido a la tobera 23. Otra tobera de succión 25 se abre en dirección  
10 a la zona mecánica para recoger cualquier electrólito que de otro modo  
podría tender a acumularse allí, asegurando de este modo que solamente  
la película delgada sea llevada por la herramienta-electrodo 15 a tra-  
vés de la zona mecánica. La pieza industrial 10 se desplaza en forma  
corriente en su deslizamiento transversal o similar en la dirección de  
10 la flecha 26 para producir el canal 13. El conducto 19 puede estar pro-  
visto de una válvula tridireccional 27 a la cual van acoplados una bom-  
ba de circulación de electrólito 28 y un depósito 29 de electrólito  
cuando se desea alimentar éste al sistema a través del aplicador poro-  
so 18. En este caso, solamente el turbocompresor 23 funciona como me-  
15 dio de extracción del electrólito excedente.

En las figs. 5 y 6 se representa otro sistema para extraer  
el electrólito de la superficie 115 de una rueda de grafito contornea-  
da para rectificado electroquímico 112. Aquí una tobera 116 hace llegar  
el electrólito a la superficie mecánica 115 y el exceso es extraído por  
20 una lámina delgada de resina sintética 130 cuyo borde 131 está comple-  
mentariamente contorneado para ajustar con las acanaladuras 115r', 115r''  
y 115r''' de la rueda 112. La lámina 130 se dispone contra la rueda 112  
a fin de formar una especie de cuchara a lo largo de la cual fluye el  
exceso de electrólito lejos de la superficie mecánica 115 antes de su  
25 ajuste con la pieza industrial 100 para formar un perfil complementario  
113 en la misma. Solamente una monocapa o película delgada de electróli-  
to permanece sobre el cuadrante inferior derecho de la citada rueda 112  
ya que la superficie mecánica es puesta en contacto con la pieza indus-  
trial o yuxtapuesta con la misma en las inmediaciones de este cuadrante.  
30 La lámina 130 puede conducir el electrólito a un depósito 129 desde el



339161

5 cual es suministrado, a través de los filtros comunes y similares, a la tobera 116 por medio de una bomba 128. En la práctica, se ha demostrado que la mayor parte del electrólito aplicado a la superficie 115 de la rueda 112 se recupera en 129 de tal modo que solo una película delgada permanece sobre la superficie mecánica, según se ha indicado. El reaprovisionamiento del electrólito se lleva a cabo por medio de un depósito de suministro 132 cuya válvula 133 suministra electrólito adicional al sistema circulatorio en proporción al volumen de la película de electrólito extraída de este sistema. Por supuesto, también es posible proporcionar un recipiente colector para el electrólito recuperable que pueda desparramarse de la pieza industrial y, en este caso, esta fracción de electrólito se filtra y regresa también al circuito circulatorio. Ocasionalmente se ha comprobado que resulta económico descargar esta parte del electrólito que, sin embargo, contiene la mayor contaminación. La película delgada de la superficie mecánica resultante de la acción de enjugado de la lámina 130 elimina por completo el socavado según se ha expuesto en relación con las figs. 1 - 3, presumiblemente porque la configuración de flujo del electrólito F', F'', etc. ya no resulta y el electrólito se adhiere estrechamente a la superficie del electrodo.

15 En otra modificación del presente sistema, según se ilustra en la fig. 7, la pieza industrial 210 se mueve en la dirección de la flecha 226 sobre el común resbaladero transversal o carro 211 en tanto que la rueda de rectificado electroquímico 212 se reviste de electrólito a partir de un bloque poroso 218. El exceso de electrólito es extraído de la superficie mecánica 215 de la rueda dirigiendo un chorro a modo de lámina de aire contra la misma en sentido contrario a la dirección de rotación de la rueda (flecha 217) desde una tobera 223 cuya boca 223' ocupa todo el ancho de la superficie mecánica 215. Aquí la tobera 223, acoplada al soplador o compresor según se describe en relación con



339 161

la fig. 4, se halla situado sensiblemente en el cuadrante inferior derecho y no más de 90° de la pieza industrial o zona mecánica en el roce angular de la superficie 215.

5 También en este caso, se dispone una cabeza de succión 225 cuya abertura de succión 225' se halla estrechamente espaciada de la superficie 215 mientras se extiende a todo lo ancho de esta última. Una bomba 228 hace circular el electrólito acoplada a la tobera de succión 225 y conectada desde la pieza industrial 210 al tubo 219 que abastece al enjugador distribuidor de electrólito. En este caso, también, la presencia de únicamente una película delgada de electrólito en la zona de trabajo 233 parece asegurar en amplia medida una mayor precisión y libertad de socavado del tipo descrito anteriormente.

10 Según otro aspecto de este invento, el electrólito es transformado electrolíticamente sobre la superficie de la pieza industrial con ayuda de un electrodo auxiliar justamente antes de establecerse contacto entre la película transformada y la pieza industrial de tal modo que el tiempo de recombinación de la transformación es sensiblemente menor que el tiempo requerido para deslizar la parte transformada de electrólito a la interfase mecánica. Por ejemplo, puede suponerse que el electrólito, consistente en una solución de cloruro sódico, es eléctricamente alterado para promover la formación de NaOH, ClOH, HCl, NaO<sup>-</sup> u otras especies conocidas susceptibles de ser generadas en la electrólisis de cloruro sódico, nitrito sódico, nitrito potásico y sales alcalino-metálicas similares. Estas especies poseen diversos tiempos de recombinación o periodos de descomposición que conducen a la simple condición K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e ion hidratada del electrólito. Parece que el electrólito eléctricamente transformado descrito es capaz de eliminar las imprecisiones resultantes del socavado de acanaladuras y exceso de corte (en el sentido de extracción de material excedente). Se obtiene una mayor precisión en la reproducción de los contornos de la

15  
20  
25  
30



339 161

rueda de rectificado electroquímico. Puede observarse entre paréntesis que al menos parte del efecto de transformación eléctrica de la capa electrolítica sobre la herramienta-electrodo puede derivarse del calentamiento óhmico del electrólito y vaporización correspondiente para dejar un reducido espesor de película sobre el mismo.

5

En la fig. 8, se representa un rectificador electroquímico que dispone de una cavidad para recogida del electrólito que forma un receptáculo 311 en el cual se dispone la pieza industrial metálica 310. La cavidad 311 puede cambiarse en la dirección de la flecha 326 por medio de un tornillo conductor esquemáticamente ilustrado 311' y un motor de alimentación 311". La rueda de grafito de rectificado electroquímico 312 se apoya en una cabeza convencional y es impelida contra la pieza industrial 310 bajo presión de un muelle o un fluido en la dirección de la flecha 334. El eje 312' de la rueda 312 es accionado por el motor 312" en la dirección de la flecha 317 de tal modo que la superficie mecánica 315 pasa rozando una tobera de descarga 318 que abastece de electrólito a la superficie 315. Un sistema de recirculación representado por la bomba 328 y el tubo 319 suministra electrólito a la tobera 318. La fuente de energía 314 conectada a través de la pieza industrial 310 y la rueda 312 puede ser de corriente continua, corriente continua sobrepuesta sobre corriente alterna o incluso corriente alterna. Según el presente perfeccionamiento, la tobera 318 forma un electrodo auxiliar cuya superficie 318' se halla estrechamente yuxtapuesta con la superficie mecánica 315 de la herramienta-electrodo de tal modo que la película de electrólito forma entre ellas un puente y es eléctricamente transformada directamente sobre la superficie mecánica. Para este fin, se conecta otra fuente de energía 340 entre la rueda 312 (por medio de su eje 312' y una escobilla 314') y el electrodo auxiliar 318. Según se evidenciará más adelante, la fuente de energía 340 puede ser un suministro de corriente continua con los polos establecidos de tal modo que

10

15

20

25

30



# 339161

el electrodo auxiliar 318 es relativamente positivo o relativamente negativo o una fuente de corriente alterna. De este modo, el paso a través del electrodo auxiliar 318 abastece de electrólito a la superficie mecánica.

5

10

15

20

En la fig. 9, se representa un gráfico de las características mecánicas como función de la corriente aplicada entre la pieza industrial-electrodo 312 y el electrodo auxiliar 318. En la fig. 9, la corriente de transformación de electrólito es trazada a lo largo de la abscisa, en tanto que el promedio de trabajo (curvas discontinuas) en gramos por minuto y el radio de ángulo (curvas continuas) en mm son trazados a lo largo de la ordenada. Se dispone una serie de tres gráficos en cada grupo para el electrodo auxiliar relativamente negativo y relativamente positivo (suministro de c.c.) y para un suministro auxiliar de corriente alterna. El radio de ángulo obtenible con la modificación eléctrica auxiliar del electrólito (con c.a. o c.c.) constituye una notable mejora sobre cualquiera obtenible sin tal modificación aunque un electrodo auxiliar relativamente positivo proporciona la mayor reducción en radio de ángulo con aumento del flujo de corriente. En todos los casos, la precisión aumenta en forma notable inicialmente y tiende a nivelarse con la creciente corriente auxiliar y, en los límites superiores de amplitud de corriente, no se observa ninguna nueva pérdida importante en la velocidad de trabajo; el promedio mecánico generalmente aumenta aunque se observa un descenso cuando el electrodo auxiliar es relativamente positivo.

25

30

En la fig. 10, se muestra un sistema de corriente electroquímica modificado en el cual se rectificaa una pieza industrial 410 tal como un trozo de herramienta o similar entre la superficie anular 415 de una herramienta de grafito de rectificado electroquímico. Se monta la pieza industrial 410 sobre el carro 411 y se impele en la dirección de la rueda 412 (flecha 426) a través de medios de presión por muelle



# 339161

o por fluido y el común tornillo conductor. La fuente de energía de  
rectificado electroquímico 414 se representa como un transformador co-  
nectado a una línea de c.a. Aquí, no obstante, el electrólito es lleva-  
do desde un depósito 429 por medio de una bomba 428 a la tobera 418 que  
5. sirve también como electrodo auxiliar para transformar eléctricamente  
la película electrolítica. Para este fin, la fuente de energía auxiliar  
conectada entre el electrodo 418 y la rueda rectificadora 412 comprende  
una fuente de corriente alterna 440a capacitivamente montada en parale-  
lo a través de una fuente de corriente continua 440b cuya inductancia  
10 440c limita las sobretensiones de corriente. El condensador 440d va co-  
nectado en serie con la fuente de corriente alterna y el deslizador o  
contacto deslizando de un potenciómetro 440e en serie con el electrodo  
auxiliar 418 y la herramienta-electrodo 412. De este modo, el potenció-  
metro 440e puede ajustarse para regular la amplitud de la corriente al-  
terna sobrepuesta sobre la c.c. transformadora del electrólito que  
15 pasa a través de la película respectiva conectando en paralelo el elec-  
trodo auxiliar 418 y la herramienta-electrodo 412. También aquí se con-  
sigue una importante mejora en precisión mecánica.

En el sistema modificado de la fig. 11, el electrodo auxi-  
20 liar 518a está constituido por un contacto deslizando de grafito que  
abarca el ancho radial de la superficie mecánica anular transversal 515  
de la rueda de grafito 512. Un trozo de herramienta u otra pieza indus-  
trial 510 susceptible de ser conformada es impulsada en la dirección de  
la flecha 526 contra la superficie 515 y una corriente mecánica ECG es  
25 aplicada contra la pieza industrial 510 y la herramienta-electrodo 512  
a través de una fuente 514. El contacto deslizando 518a sirve así para  
retirar mecánicamente el exceso de electrólito y como electrodo auxilia-  
para su transformación eléctrica. La fuente de corriente auxiliar 540  
conectada entre el electrodo auxiliar 518a y la herramienta-electrodo  
30 512 a través de la película de electrólito, está constituida por un



339161

5 generador o línea de c.a. 540a conectada a través de un transformador aislante 540b y un condensador de bloqueo de c.c. 540c entre los electrodos auxiliar y herramienta. Un voltímetro 551 va montado en paralelo con la fuente de c.a. 540 para medir la amplitud del voltaje auxiliar.

10 Un servomecanismo 550, sensible a las fluctuaciones de voltaje, se halla conectado a través del electrodo auxiliar 518a y la herramienta-electrodo 512 para regular el flujo de electrólito a la tobera distribuidora 518b por medio de la válvula regulada electromagnéticamente 519. La bomba de circulación 528 suministra electrólito a esta válvula desde el depósito 529. Cuando la película electrolítica de la superficie es de espesor y carácter apropiados, posee una resistencia predeterminada de tal modo que un voltaje inferior a un punto máximo predeterminado es detectado por el servomecanismo 550. No obstante, cuando la resistencia se eleva entre el electrodo auxiliar 518a y la herramienta-electrodo 512, el servomecanismo 550 acciona la válvula 15 519 para suministrar más electrólito a la superficie 515 y de este modo corregir el espesor de la película. Cuando existe exceso de electrólito, la resistencia reducida es también detectada por el mecanismo 20 550 que reduce el suministro de electrólito para restaurar el espesor y carácter óptimos de la película.

25 En el sistema de las figs. 8 - 11, se ha considerado conveniente añadir alcoholes de cadena larga, ácidos orgánicos y aceites orgánicos al electrólito susceptible de transformación eléctrica en la película sobre la superficie mecánica; parece que las especies o fragmentos producidos electrolíticamente (por ejemplo, KOH, NaOH y ClOH) pueden reaccionar químicamente con estos compuestos orgánicos formadores de agentes activos de superficie para estabilizar la transformación eléctrica y producir agentes activos de superficie que también modifiquen favorablemente las características del electrólito en el sentido 30



339 161

de que se obtiene una mayor precisión mecánica. En el sistema de la fig. 8, por ejemplo, el electrodo auxiliar 318 debe colocarse, aproximadamente, a  $10^\circ$  por encima de la zona de trabajo para la mayor parte de las velocidades mecánicas a menos que se disponga un estabilizador de transformación. Desde luego, el ángulo puede doblarse aproximadamente cuando se doble la velocidad periférica de la rueda, siendo la consideración el grado de recombinación de las especies producidas electroquímicamente.

Los siguientes Ejemplos ilustran la forma en que el presente invento puede llevarse a la práctica.

EJEMPLO I

Utilizando el aparato ilustrado en las figs. 5 y 6, se usó una rueda de grafito de rectificado electroquímico de 180 mm de diámetro, una resistividad específica de  $3,4 \times 10^{-3}$  ohm-cm y una amplitud de 20 mm. para rectificar una pieza industrial de acero al carbono (S55) de 0,55% (en peso). La superficie mecánica de la rueda tenía un perfil serrado con 4 dientes con ángulos de vértice de  $60^\circ$  cada uno y alturas de flanco de 3,5 mm. Los picos, por consiguientes, estaban separados entre sí 3,5 mm. La velocidad periférica de la superficie mecánica de la rueda era de 22,5 m/segundo y el electrólito estaba constituido por una solución acuosa que contenía 3% en peso de nitrito sódico y 5% en peso de nitrato potásico. La presión aplicada al electrodo para impulsarlo contra la pieza industrial era de 0,1 kg/cm<sup>2</sup> en tanto que la potencia mecánica era de 7 voltios de extremo a extremo (50 ciclos c.a.) con una corriente principal de 50 amp.

Una lámina 130, conformada para ser complementaria a la configuración de la rueda serrada, se mantuvo según se ilustra en la fig. 5 con un hueco enjugador de 0,2 mm. La lámina era de politetrafluoroetileno (Teflon) de 0,1 mm de espesor. Con la lámina, se obtuvo una precisión en los vértices de los dientes de 0,02 mm en tanto que



339161

el radio de ángulo era de 0,07 mm cuando se retiró la lámina. La velocidad mecánica fue la misma aproximadamente en ambos casos.

EJEMPLO II

5 Se empleó el aparato ilustrado en la fig. 4 para trabajar una pieza industrial de carburo de tungsteno que contenía 6% de cobalto. El electrodo era una simple rueda cilíndrica con una periferia serrada según se describe en el Ejemplo I y fue impelido contra la pieza industrial con una presión de 1,5 kg/cm<sup>2</sup>. La corriente mecánica de 80 amp. fue suministrada a 6 voltios punta a punta (50 ciclos por segundo c.a.). La profundidad mecánica era de 5 mm y la velocidad mecánica se mantuvo a 1,6 - 1,8 mm/min. Cuando no se utilizaron medios para tratar la película en la superficie del electrodo, se comprobó que la aspereza era aproximadamente de 0,5 micras  $H_{max}$  y el radio de ángulo de 0,3 mm. Sin embargo, cuando se dirigió aire comprimido contra la herramienta-electrodo a través de la tobera 23 a una presión de 6 kg/cm<sup>2</sup> y un hueco tobera/electrodo de 1 mm, pudo realizarse el trabajo al mismo ritmo con con el radio de ángulo mejorado de 0,08 mm, una precisión de 0,015 comparada con 0,07 mm de desviación desde los contornos de la herramienta-electrodo.

EJEMPLO III

20 Utilizando el aparato de la fig. 8, se trabajó un acero de troquel SK-2 con una rueda de grafito que tenía una zona mecánica de 1 cm<sup>2</sup> y un diámetro de 150 mm. La velocidad de la superficie mecánica fue de 23,2 m/segundo y 750 cc/min de electrolito fue suministrado a la zona de trabajo. El electrolito era una solución acuosa que contenía 2% en peso de nitrito sódico y 5% en peso de nitrato potásico; la corriente mecánica fue de 70 amps c.c. Los resultados obtenidos con las diversas corrientes auxiliares sin adición de formadores de agentes activos de superficie se muestran en el gráfico de la fig. 9. Cuando la corriente auxiliar era de 100 amps (entre el electrodo auxiliar

339 161



318, dispuesto 10° por encima de la zona de trabajo, y la herramienta-electrodo 312), el promedio mecánico fue aproximadamente de 0,7 g/min en tanto que se observó un radio de ángulo de aproximadamente 0,006 mm cuando el electrodo 318 era relativamente negativo. Cuando la fuente de energía auxiliar era corriente alterna, se observaron una velocidad mecánica en este flujo de corriente auxiliar de 0,05 g/min y un radio de ángulo de aproximadamente 0,01 mm. Cuando el electrodo 7 era relativamente positivo, una corriente auxiliar de 100 amps dió aproximadamente un radio angular y una velocidad mecánica aproximadamente de 0,38 g/min. Cuando no se aplica corriente auxiliar, el radio angular es invariablemente mayor de 0,03 mm. Así puede observarse que es posible aumentar el promedio mecánico y la precisión cuando el electrodo auxiliar es relativamente negativo, aumentar la precisión a expensas del grado de trabajo cuando este electrodo es relativamente positivo, y aumentar la precisión sin ninguna modificación esencial del grado de trabajo cuando se usa una corriente alterna como suministro auxiliar.

Es posible aumentar aun más la precisión (es decir, poseer el radio angular) cuando se suministra un formador de agente activo de superficie al electrolito en la cantidad de 0,5% en peso, consistiendo dicho formador de agente activo de superficie en un compuesto orgánico de cadena larga soluble en el electrolito al menos cuando se produce la modificación eléctrica del mismo. Soluciones al 0,5% de ácido esteárico, ácido caproico, alcohol cetílico, aceite de oliva y aceites de asfalto en los electrolitos contentivos de sales descritos produjeron aproximadamente la mitad del radio angular obtenido sin el formador de agente activo de superficie para el mismo flujo de corriente auxiliar.

Refiriéndonos ahora a la fig. 12, puede observarse que una rueda rectificadora contorneada 612 de grafito, montada sobre un árbol o eje 612' y accionada por un motor apropiado para el rectificado de una pieza industrial en sistemas similares a los de las figs. 4 y 6 - 8



339161

por ejemplo, coopera con un contacto deslizante 630 cuyo extremo frontal 630a está ahusado hacia adelante en la dirección del electrodo 612 de tal modo que puede conectarse una fuente de energía ECG 614 entre el contacto deslizante de grafito 630 y la rueda 612 para trabajar electroquímicamente el raspador 630 a los contornos 630b complementariamente a los contornos de la rueda 612 por rotación de esta última y el suministro del electrólito corriente a la zona en la cual se mantiene el raspador 630 contra la rueda. Una fuerza de muelle F impele el raspador 630 contra la rueda y puede ser aplicada al raspador por el sistema ilustrado en la fig. 13 o cualquier otro dispositivo de muelle conveniente. En este caso, el raspador 630 es trabajado como una pieza industrial para conformarlo a los contornos de la rueda 612 antes del proceso mecánico. En la práctica, por tanto, la rueda 612 puede contornearse mediante medios corrientes de tratamiento inicial o por vaciado en un molde y se utiliza a continuación para perfilar el raspador 630 mediante tratamiento electroquímico. Posteriormente, se coloca el raspador en lugar del raspador 130, por ejemplo, y se lleva a cabo el trabajado de una pieza industrial en la forma ilustrada y descrita con respecto a las figs. 5 y 6. Como quiera que el extremo anterior del raspador 630 está ahusado en 630a y va disminuyendo en la dirección de la rueda 612, el tratamiento electroquímico del raspador para conformarlo a los contornos de la rueda 612 será llevado a cabo preferentemente con un corte relativamente profundo del raspador y poca, si alguna, erosión de la rueda.

En un sistema alternativo, el raspador 630 puede formarse fundiendo material de grafito contra la rueda cuyos contornos determinan de tal modo los contornos complementarios del raspador. Según se indica anteriormente, el raspador 630 se compone de grafito y puede por tanto servir como electrodo auxiliar para la transformación electrolítica del electrólito. A este respecto, puede conectarse la fuente

339161

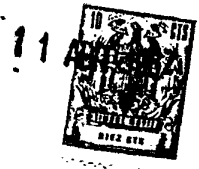


de energía 340 entre el electrodo 630 y la rueda 612 o la pieza industrial (no representada) en la forma descrita en relación con la fig. 8.

EJEMPLO IV

Utilizando un electrodo de grafito de rectificado electroquímico según se describe anteriormente, con una resistividad específica en dirección radial de aproximadamente  $3,4 \times 10^{-3}$  ohm-cm, un espesor aproximado de 20 mm y un diámetro aproximado de 180 mm, se llevó a cabo el rectificado electroquímico de una pieza industrial compuesta de carburo de tungsteno GE 885. La pieza industrial tenía un ancho de 30 mm y un grueso de 12 mm. Los contornos de la rueda estaban formados por cuatro acanaladuras en forma de V con una altura de flanco y separación de 35 mm. El electrolito era una solución acuosa de 5% en peso de nitrato potásico y fue suministrado a la rueda según se ilustra en la fig. 5. Se hizo girar la rueda rectificadora con una velocidad periférica de 22,5 m/segundo y se conectó una fuente de energía de rectificado electroquímico entre la rueda y la pieza industrial según se ilustra en la fig. 4, para suministrar un potencial de rectificado de aproximadamente 7 voltios y una corriente de 50 amperios a una frecuencia de 50 ciclos/segundo. El raspador era una placa de grafito y una lámina de resina sintética (c.f. figs. 12 y 6), respectivamente, en una serie de pruebas. En la siguiente Tabla, se exponen los resultados de cinco pruebas, comparando los errores máximos obtenidos sin raspador, con el raspador a presiones (contra la rueda) de 400, 800 y 2200 grs/cm<sup>2</sup>, y un raspador de lámina de resina sintética del tipo descrito en la fig. 6 a una presión de 800 grs/cm<sup>2</sup>, por periodos de trabajo de 22 a 26 minutos y una profundidad de corte de 5,5 mm.

339161



TABLA

Prueba Núm.	Sin ras- pador	Presión del raspador de grafito			Presión raspa- dor de lámina	
		400 g/cm <sup>2</sup>	800 g/cm <sup>2</sup>	2.200 g/cm <sup>2</sup>	800 g/cm <sup>2</sup>	
5	1	0,062	0,031	0,012	0,013	0,041
	2	0,074	0,042	0,011	0,011	0,044
	3	0,058	0,028	0,012	0,012	0,051
	4	0,06	0,033	0,011	0,012	0,038
	5	0,072	0,03	0,012	0,011	0,045

10 De los resultados que anteceden se desprende que la preci-  
sión a presiones similares de un raspador de grafito contorneado contra  
la rueda es aproximadamente 2 - 4 veces mayor que la del sistema de  
raspador de lámina y puede ser más de 6 veces la precisión obtenible  
sin raspador o contacto deslizante.

15 En la fig. 13 se representa otro aparato para llevar a ca-  
bo el rectificado electroquímico de una pieza industrial según el pre-  
sente invento, estando aquí provista la rueda 712 de una cubierta que  
desempeña la función de la tobera de succión 25 de la fig. 4. La cu-  
bierta 725 recupera el electrólito vaporizado y lo devuelve a la fuen-  
te electrolítica. El electrólito es suministrado por la tobera 716 en  
20 tanto que un recolector de tipo de succión 725a es yuxtapuesto con la  
superficie del electrodo para efectuar una extracción rápida de la ma-  
yor parte del electrólito excedente. El raspador o contacto deslizante  
730, que puede ser idéntico al de la fig. 12, va montado en un aloja-  
miento 760 en el cual un muelle 761, cuya fuerza es ajustable mediante  
25 un tornillo 762, se apoya sobre un asiento 763 del contacto deslizante  
730. Este último está guiado por cojinetes 764 en el interior del alo-  
jamiento de tal modo que casi toda la fuerza del muelle es efectiva  
para impulsar el contacto deslizante 730 contra la rueda 712. Una tu-  
bería 730', generalmente similar a la tubería 630' de la fig. 12, lleva  
30

339161



5 un gas (por ejemplo aire) a presión y a gran velocidad a la interfase  
entre el contacto deslizante 630, 730 y la rueda respectiva 612, 712.  
Según se representa en la fig. 12, el contacto deslizante 630 está  
formado con una cavidad interna 665 que comunica con la abertura de  
admisión de aire 630' y se extiende sensiblemente al extremo del con-  
tacto deslizante 630. Así, cuando se forman los contornos 630b en el  
raspador 630, se abre la cámara 665 al contacto interfase para permiti-  
tir que el chorro de aire barra el exceso de electrolito. Se ha compro-  
bado que esta cámara 665 está mejor formada por un par de placas de  
10 grafito 666 y 667 formadas con esconces de registro y confrontación  
aseguradas entre sí por medio de tornillos 668.

EJEMPLO V

15 Una pieza industrial de carburo de tungsteno, que contiene  
6 % de cobalto, se trabaja con una rueda de electrodo de grafito cuya  
resistividad específica en dirección radial es aproximadamente  $10^{-3}$   
ohm-cm. La pieza industrial posee una superficie extrema de configura-  
ción rectangular con un ancho de 28 mm y una altura de 20 mm. El elec-  
trolito es una solución acuosa al 5% que contiene 5% en peso de nitra-  
to potásico y la rueda tiene una velocidad periférica de 20 m/segundo,  
20 un diámetro aproximado de 25 cm y un grueso de 28 mm. La corriente me-  
cánica, aplicada según se describe anteriormente entre la rueda y la  
pieza industrial es una corriente alterna de 8 voltios a 50 ciclos/se-  
gundo. Antes de la operación mecánica, la periferia de la rueda recti-  
ficadora es contorneada por una herramienta de corte. A continuación,  
25 se impele el electrodo 630 o 730 contra el electrodo y se trabaja a 8  
voltios hasta que el extremo 630a profundiza en los fondos de los es-  
conces de la rueda. Se desconecta la fuente de energía del electrodo  
630, 730 y se conecta con la pieza industrial. El raspador 630, 730 no  
está ahuecado. Cuando se corta la pieza industrial a una profundidad  
30 de 8 mm, se descubre un error máximo de 0,008 en la reproducción de los

339161



perfiles de la superficie del electrodo en la pieza industrial.

EJEMPLO VI

5 Se sigue el procedimiento del Ejemplo V excepto que el raspador utilizado allí se reemplaza por un raspador hueco 630 formado atornillando entre sí un par de placas (figs. 12 y 13). La superficie extrema del raspador es de configuración rectangular con una altura de 15 mm y un ancho de 35 mm mientras que la cámara expuesta posee una sección transversal rectangular de 10 mm x 25 mm. El perfil del raspador se forma mediante rectificado electroquímico durante 45 minutos. El raspador es impelido contra la rueda con una presión constante de 3 kg/cm<sup>2</sup> mientras se fuerza el aire a través del raspador a una presión suficiente para permitir que el aire emerja en la interfase.

10 A medida que la presión del gas aumenta de 0 a 1 kg/cm<sup>2</sup>, es mayor la exactitud a partir de tolerancias de 50 micras a 10 - 20 micras. Se obtiene una reproductibilidad mejor de 10 micras con presiones entre 2 y 6 kg/cm<sup>2</sup>, el hueco interfacial formado por el gas corresponde en estas presiones a menos de 0,1 mm. Se comprueba que puede obtenerse una precisión sensiblemente mayor a grados de extracción de material reducidos (en comparación con el Ejemplo V, por ejemplo) o que pueden obtenerse grados de trabajo mucho más elevados (por ejemplo, 20 0,8 mm/segundo) con la misma precisión.

25 En la fig. 14, se representa un sistema modificado en el cual se dispone un par de raspadores 830a, 830b, siendo cada uno del tipo de doble placa hueca ilustrado en las figs. 12 y 13 y estando abastecidos con un tubo respectivo de admisión de gas 830a' y 830b' para suministro de aire a la superficie de contacto. Ambos raspadores 830a y 830b son impelidos por muelles tales como el representado en la fig. 13 en la dirección de las flechas F' y F'' contra el electrodo 812. La disposición de doble raspador de la fig. 14 se utiliza para asegurarse de que se mantiene una película relativamente delgada a lo largo 30



339 161

de los flancos 812f de los contornos y se extrae de los mismos el  
electrólito excedente. Las placas 830a y 830b van montadas en dispo-  
sición giratoria sobre respectivos ejes 880a y 880b y están provistas  
de brazos 881a y 881b impelidos bajo la acción de muelles 882a y 882b  
en sentidos opuestos de tal modo que la placa 838 es impelida en el  
sentido contra-horario mientras que la placa 838b es impelida en el  
sentido horario para situar los bordes 830a más cerca de los flancos  
812f de las acanaladuras de la rueda. Así, a pesar de posibles im-  
precisiones en reproducir los contornos de la rueda en el raspador, la in-  
clinación de los raspadores relativamente gruesos sitúa los bordes dia-  
gonalmente opuestos de los contornos respectivos más próximos a los  
flancos opuestos de las acanaladuras de la rueda y asegura un espesor  
mínimo de película electrolítica entre el raspador y una superficie me-  
cánica en todos los puntos a lo largo de la misma.

EJEMPLO VII

Se prepara un raspador para uso en Ejemplos IV, V y VI me-  
zclando grafito y azufre en una proporción de peso de 1:2 a 1:4, fun-  
diendo la mezcla a una temperatura entre 180°C y 160°C, vaciando des-  
pués la mezcla en un molde doblado alrededor de la superficie contor-  
neada de la rueda de rectificado electroquímico. Al endurecerse, pue-  
de comprobarse que la placa posee un contorno complementario al de la  
rueda.

Queda entendido que el invento descrito e ilustrado admite  
muchas modificaciones por parte de expertos en la materia, considerán-  
dose tales modificaciones dentro del espíritu y fines de las reivindi-  
caciones anexas.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá  
recaer sobre las siguientes:



339 161

31

REIVINDICACIONES

1. Un método y un aparato de rectificado electroquímico de una pieza industrial conductora mediante el cual se ponen en contacto una herramienta-electrodo giratoria y una pieza industrial-electrodo en presencia de un electrólito al menos en la interfase entre dichos electrodos y se hace pasar una corriente eléctrica entre dichos electrodos con el fin de erosionar electroquímicamente la citada pieza industrial-electrodo, caracterizado el método por el hecho de que:

Se aplica un electrólito a una superficie mecánica de dicha herramienta-electrodo, y

Se aumenta la precisión en la erosión electroquímica de dicha pieza industrial-electrodo modificando la naturaleza de la película electrolítica directamente sobre la superficie mecánica de dicha herramienta-electrodo.

2. El método según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la naturaleza de dicha película sobre dicha superficie es modificada extrayendo el exceso de electrólito de la superficie mecánica de dicha herramienta-electrodo antes de proceder a la juxtaposición de dicha superficie mecánica con la referida pieza industrial.

3. El método según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por el hecho de que se extrae el exceso de electrólito de dicha herramienta-electrodo secando con enjugador de goma la citada superficie mecánica, aplicando succión a dicha superficie, o bien dirigiendo contra ella un chorro de gas a gran velocidad.

4. El método según las reivindicaciones 1, 2 o 3, caracterizado por el hecho de que se modifica la película electrolítica sobre dicha superficie mecánica aplicando un campo eléctrico a la misma antes de introducir la película modificada en la interfase de los electrodos sobre dicha superficie mecánica.

5. El método según la reivindicación 4, caracterizado por

339161

31



5 el hecho de que se modifica la película electrolítica electrolizándola entre un electrodo auxiliar y la superficie mecánica a fin de transformarla electroquímicamente o bien aplicándole una corriente alterna, y se hace girar dicha superficie mecánica a una velocidad adecuada para -  
5 llevar la película eléctricamente transformada a dicha interfase antes de la recombinación química de la película transformada.

6. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por la fase de añadir un compuesto orgánico formador de agente activo de superficie al citado electrolito.

10 7. Un método y un aparato de rectificado electroquímico para llevar a cabo el método de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado el aparato porque dispone de una herramienta-electrodo con una superficie mecánica giratoria, medios para suministrar un electrolito a dicha superficie mecánica, y medios para aplicar una corriente de rectificado electroquímico entre dicha herramienta-electrodo y una pieza industrial colocada próximamente a dicha superficie mecánica y constituida en contraelectrodo, con lo cual dicha pieza industrial es erosionada por acción electroquímica, caracterizado por el hecho de que se disponen medios para modificar la película electrolítica sobre dicha superficie mecánica  
15 antes de introducirla en la zona de dicha pieza industrial con el fin de aumentar la precisión del rectificado electroquímico de la referida pieza industrial.

20 8. El aparato según la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que los medios mencionados en último término comprenden un dispositivo para extraer el exceso de electrolito de dicha superficie mecánica.

25 9. El aparato según las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado por el hecho de que los medios para extraer el exceso de electrolito de dicha superficie mecánica comprende un enjugador mantenido en posición contigua a dicha superficie, la cual es perfilada, siendo el enjugador una hojuela de material laminar relativamente tieso con un  
30



perfil complementario.

5 10. El aparato según las reivindicaciones 7 o 9, caracterizado por el hecho de que los medios para extraer el exceso de electrólito de dicha superficie mecánica comprenden al menos una cabeza de succión dispuesta en posición contigua a dicha superficie mecánica para extraer dicho exceso de electrólito de dicha superficie a través de la cabeza o medios para suministrar un gas a gran velocidad a dicha tobera, con lo cual se dirige un chorro de dicho gas de dicha tobera contra la referida superficie y extrae el exceso de electrólito de la misma.

10 11. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado por el hecho de que los medios para modificar la naturaleza de dicha película electrolítica sobre dicha superficie mecánica comprenden un electrodo auxiliar yuxtapuesto con dicha superficie mecánica y un circuito conectado entre dicha herramienta-electrodo y dicho electrodo auxiliar para aplicar una corriente continua o alterna modificadora del electrólito a través de dicha película antes de introducirla en la zona de dicha pieza industrial.

15 20 12. El aparato según la reivindicación 11, caracterizado por el hecho de que se conectan medios sensibles a un parámetro eléctrico a través de dicho electrodo auxiliar y dicha herramienta-electrodo para regular los medios de suministro de electrólito a dicha superficie mecánica.

25 13. El aparato según las reivindicaciones 11 o 12, caracterizado por el hecho de que los medios para suministrar electrólito a dicha superficie mecánica incluyen un paso formado en dicho electrodo auxiliar.

14. El aparato según la reivindicación 8, caracterizado por el hecho de que dichos medios para extraer el exceso de electrólito comprenden un enjugador de un material grafitico.

30 15. El aparato según la reivindicación 14, caracterizado

339 161



por el hecho de que dicho enjugador está provisto de una cámara interior en contacto con la interfase de dicha placa con dicha superficie mecánica y de medios para introducir un gas por medio de dicha placa a la citada interfase.

5                   16. El aparato según las reivindicaciones 14 o 15, caracterizado por el hecho de que la placa forma otro electrodo susceptible de activación para rectificado electroquímico de dicha placa contra dicha superficie a fin de impartir a dicha placa contornos que correspondan a los de dicha superficie.

10                   17. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 y 14 - 16, caracterizado por medios para impeler dicho enjugador contra dicha superficie, y medios para ladear dicho enjugador con respecto a dicha superficie a fin de asegurar la extracción de exceso de electrolito de los flancos de dicha superficie.

15                   18. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: "UN METODO Y UN APARATO DE RECTIFICADO ELECTROQUIMICO".

20                   Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de treinta páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 11 de Abril de 1.967

BERNARDO UNGRIA

P.P.

25

30

339 161



FIG. 1

FIG. 2

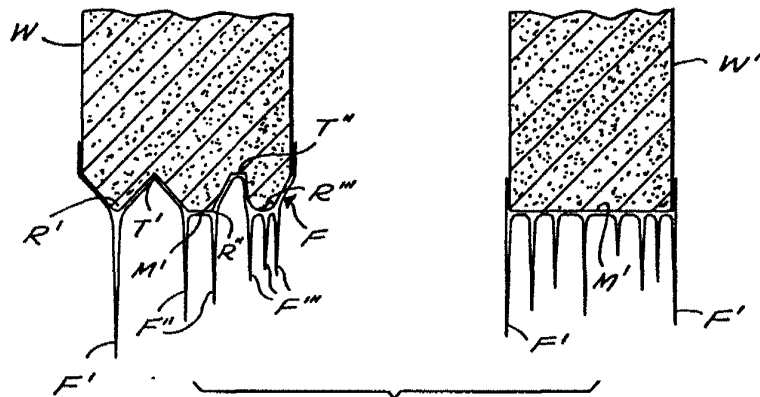
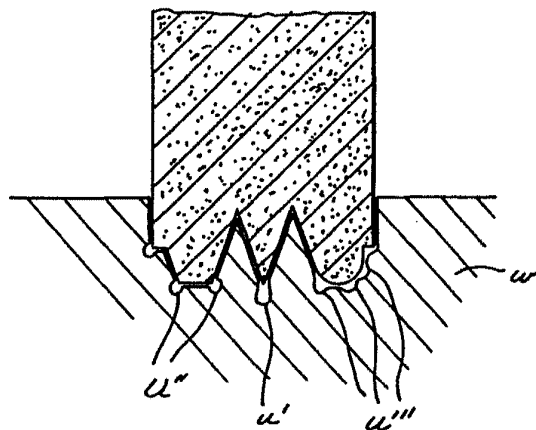


FIG. 3



ESCALA VARIABLE  
MADRID, 11 DE Abril DE 19 67  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.

*Handwritten signature or initials.*

339161



1967

FIG. 4

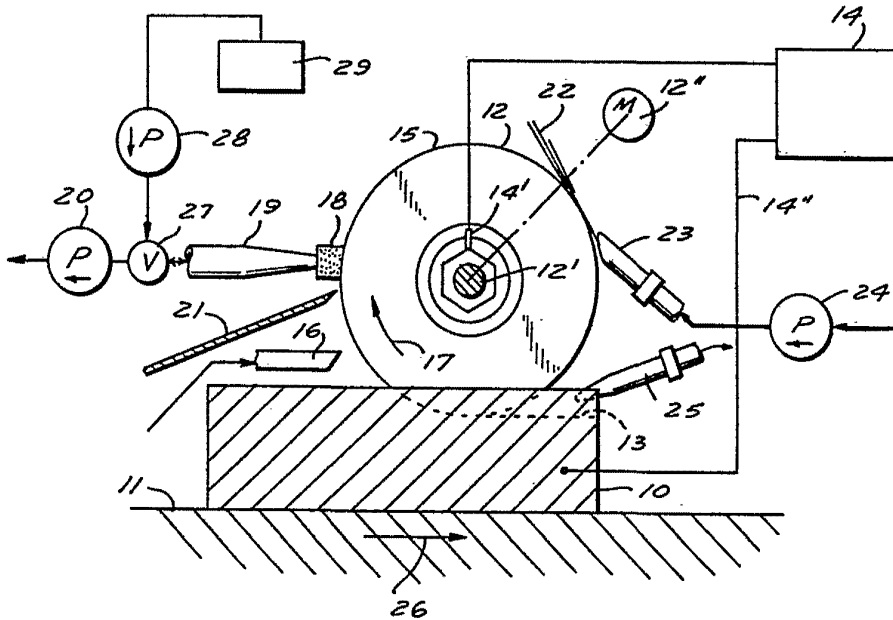


FIG. 5

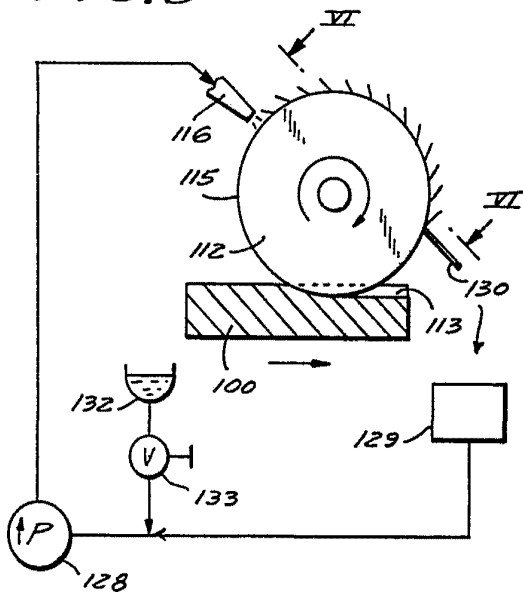
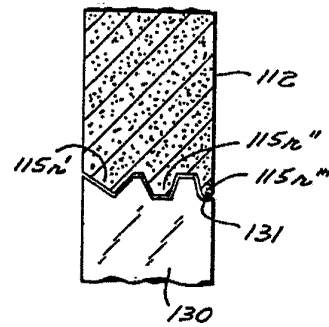


FIG. 6



ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 11 DE Abril DE 1967  
 BERNARDO UNGRÍA  
 P. P.



339169



FIG. 9

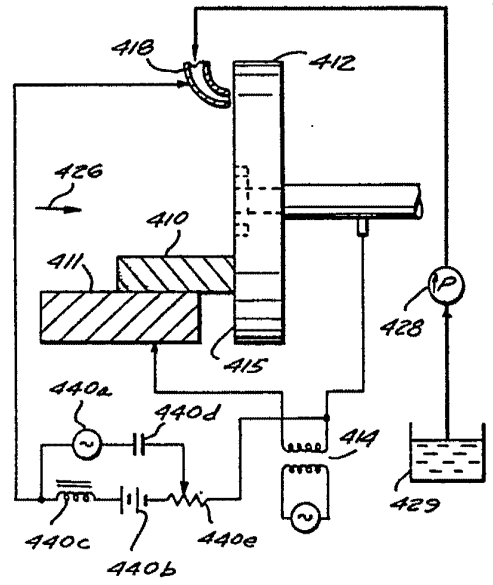
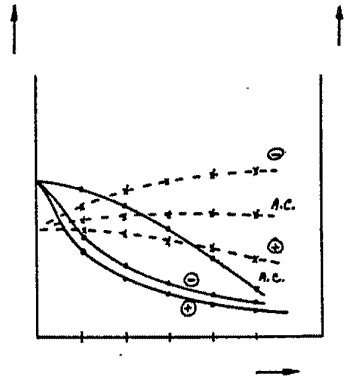


FIG. 10

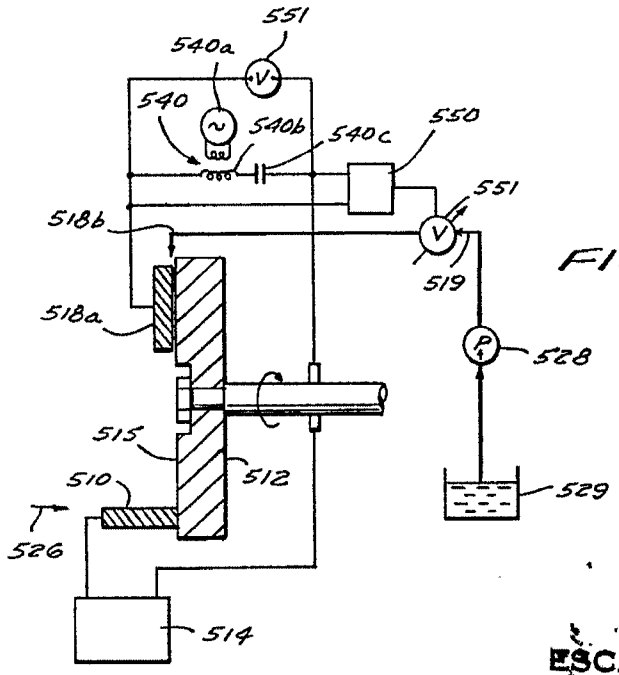


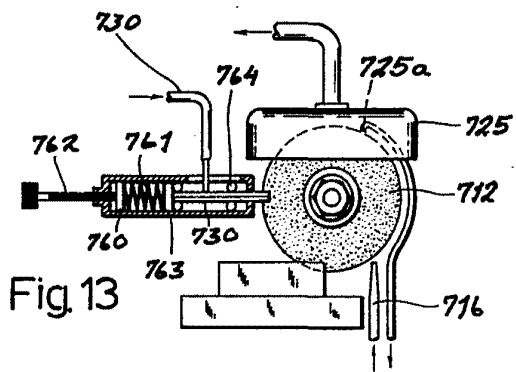
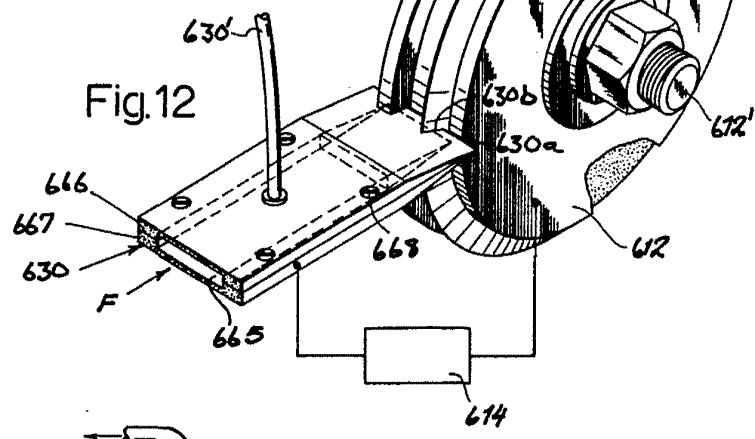
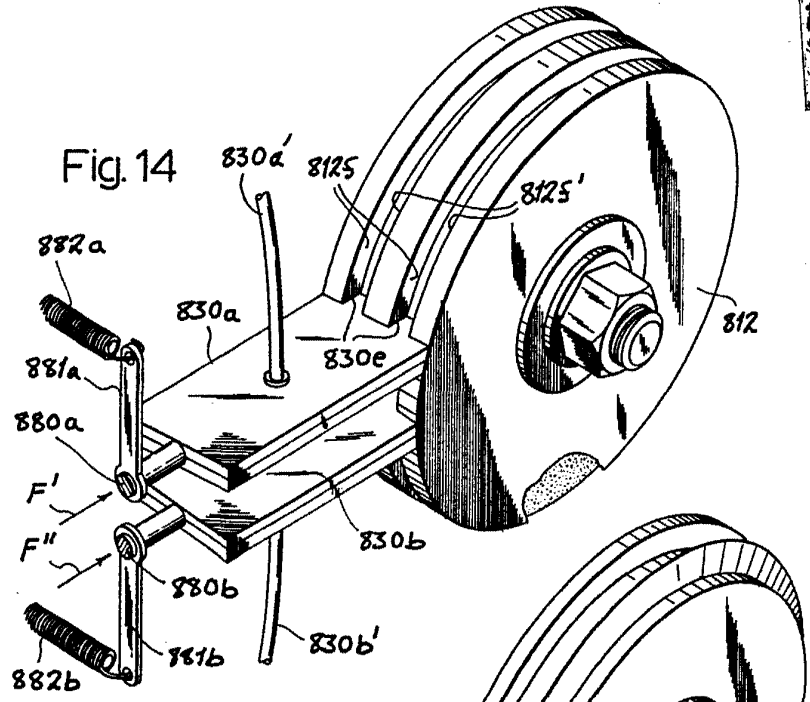
FIG. 11

ESCALA VARIABLE  
MADRID, 11 DE Abril DE 1967  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.

339161



1967



**ESCALA VARIABLE**  
 MADRID, 11 DE Abril DE 1967  
 BERNARDO UNGRÍA  
 P. F.