(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 362 153**

(51) Int. Cl.:
***B23H 7/08*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **08150738 .6**
(96) Fecha de presentación : **28.01.2008**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1949995**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **30.07.2008**

(54) Título: **Alambre para electrodo de electroerosión.**

(30) Prioridad: **29.01.2007 FR 07 52951**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
**29.06.2011**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
**29.06.2011**

(73) Titular/es: **THERMOCOMPACT**
**Z.I. Les Iles**
**74370 Metz Tessy, FR**

(72) Inventor/es: **Ly, Michel y**
**Sánchez, Gérald**

(74) Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 362 153 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

Alambre para electrodo de electroerosión.

La presente invención se refiere a alambres de electrodo utilizados para la mecanización por electroerosión. Estos alambres se describen en el documento EP 1 009 574 que describe el acabado de la técnica más próximo.

El procedimiento conocido de mecanización por electroerosión permite eliminar material en una pieza conductora de la electricidad, generado chispas en la zona de mecanización entre la pieza a mecanizar y un alambre de electrodo conductor de la electricidad. El alambre conductor se va desplazando de manera continua en las proximidades de la pieza en el sentido de la longitud del alambre, y es desplazado progresivamente en el sentido transversal con respecto a la pieza por traslación del alambre o bien por traslación de la pieza.

Un generador eléctrico, conectado al alambre de electrodo por contactos eléctricos a uno y otro lado de la zona de mecanización, establece una diferencia de potencial apropiada entre el alambre de electrodo y la pieza conductora a mecanizar. La zona de mecanización entre el alambre de electrodo y la pieza es introducida en un fluido dieléctrico apropiado. La diferencia de potencial provoca, entre el alambre de electrodo y la pieza a mecanizar, la aparición de chispas que erosionan progresivamente la pieza y el alambre de electrodo. El desplazamiento longitudinal del alambre de electrodo permite conservar de modo permanente un diámetro de alambre suficiente para evitar su rotura en la zona de mecanización. El desplazamiento relativo del alambre y de la pieza en sentido transversal permite cortar la pieza o tratar su superficie, en caso deseado.

Las partículas que se desprenden del alambre de electrodo y de la pieza por las chipas, se dispersan en el fluido dieléctrico de donde son evacuadas.

Actualmente existen numerosos tipos de alambre de electrodo para electroerosión, cada uno de los cuales presenta características específicas que pueden justificar su elección para uno u otro tipo de mecanización por electroerosión.

La estructura del alambre de electrodo debe presentar en general una resistencia mecánica suficiente para evitar la rotura del alambre en la zona de las chispas. Una resistencia mecánica elevada es favorable para permitir aplicar en el alambre de electrodo una tensión longitudinal elevada en la zona de mecanización, con la finalidad de garantizar un posicionamiento muy preciso del alambre y por lo tanto una mecanización precisa.

La obtención de precisión de mecanización, en especial la realización de cortes de ángulo con radio reducido, requiere utilizar alambres de pequeño diámetro, soportando una elevada carga mecánica a la rotura, para su tensado en la zona de mecanización y limitar la amplitud de las vibraciones.

La mayor parte de las máquinas de electroerosión moderna están concebidas para utilizar alambres de latón desnudo, en general de 0,25 mm de diámetro, y con una carga de rotura comprendida entre 400 y 1000 $N/mm^2$.

Si es posible, la estructura del alambre se escoge para que el alambre de electrodo tenga un comportamiento favorable a la erosión, es decir, para que el alambre permita realizar una erosión rápida. La velocidad de erosión máxima de un alambre es el límite de velocidad más allá del cual el alambre se rompe cuando se aumenta la energía de las chispas para acelerar la erosión.

Otro parámetro importante de la mecanización por electroerosión es la calidad del acabado superficial que se puede obtener sobre la zona mecanizada de la pieza. Las chispas producidas entre el alambre de electrodo y la pieza provocan microcráteres en una pieza a mecanizar, es decir, extracciones puntuales de material. Se comprende que el acabado de la superficie que se obtiene depende de los parámetros de las chispas, que por su parte dependen especialmente de la estructura del alambre de electrodo.

Es difícil encontrar una estructura de alambre de electrodo que permita optimizar simultáneamente los tres parámetros de velocidad de mecanización, precisión de mecanización y acabado superficial.

Por ejemplo, se han propuesto alambres de latón que contienen de 35 a 37% de zinc, con estructura homogénea, que constituyen un compromiso económicamente aceptable, pero obtenido con la compensación (au prix) de una velocidad de erosión relativamente reducida.

Por otra parte se han propuesto alambres dotados de revestimiento, es decir, constituidos por un ánima metálica revestida por una capa superficial que generalmente es homogénea de un metal o una aleación. Cuando tiene lugar la mecanización por chispas erosivas, el arco eléctrico formado entre la superficie del alambre de electrodo y la superficie de la pieza, a través de un dieléctrico tal como agua, no alcanza el centro del alambre. El desgaste del alambre se produce por su revestimiento.

El interés de los alambres revestidos es que se puede escoger el ánima de un alambre en función de sus propiedades eléctricas y mecánicas, y escoger al revestimiento en función de sus características erosivas y de su

resistencia de contacto.

Así, en el documento FR 2 418 699, se ha propuesto el revestimiento del ánima mediante una aleación de zinc, cadmio, estaño, plomo, bismuto o antimonio. El documento muestra que la velocidad de mecanización se mejora por el revestimiento.

Se ha comprobado que un revestimiento que contenga una fuerte proporción de un metal con reducido calor másico de sublimación permite obtener una velocidad más grande de corte, asegurando al revestimiento una mejor protección del ánima cuando tiene lugar la formación de las chispas.

Es por esta razón se ha utilizado el zinc puro como metal con reducido calor másico de sublimación. Sin embargo, la capa de zinc puro se desgasta muy rápidamente, y no protege el ánima del alambre durante un tiempo suficiente para el corte de piezas altas.

En este mismo concepto, se ha utilizado un recubrimiento de aleación conteniendo una gran cantidad de zinc, por ejemplo, una aleación en fase $\beta$ con 47% de zinc, o incluso una aleación en fase $\gamma$ de cobre y de zinc con un contenido de zinc superior a 50% en peso. En este caso constituye una dificultad el hecho de que la aleación de cobre y de zinc en fase $\gamma$ es relativamente dura y frágil, de manera que el recubrimiento tiene el riesgo de su fractura cuando tiene lugar una operación de trefilado que pone el alambre a la dimensión deseada durante su fabricación.

El documento EP 1 009 574 ha puesto en evidencia el hecho de que la fractura del revestimiento de aleación de cobre y zinc en fase $\gamma$ no es desfavorable, y permite conseguir un alambre de electrodo con buenas velocidades de electroerosión. El documento muestra para ello un procedimiento de fabricación del alambre en el que, después de la realización de un recubrimiento de zinc y de la difusión del zinc del recubrimiento y del cobre del ánima por calentamiento durante un tiempo de 1 a 4 horas, se pone el alambre a la dimensión deseada por trefilado para reducir su diámetro con una relación entre diámetro final -Df- y diámetro inicial -Di- inferior a 0,4. Cuando tiene lugar el trefilado, el revestimiento es fracturado en bloques que, por el alargamiento del alambre por el trefilado, se encuentran redistribuidos en la superficie del alambre. El documento muestra que la redistribución es ventajosa puesto que permite repartir en una sola capa de la superficie del alambre los bloques resultantes de la fracturación del revestimiento, y asegurar de esta manera una relación de recubrimiento del ánima superior al 50%, pudiendo llegar aproximadamente a 58%.

Un alambre de este tipo presenta no obstante características mediocres cuando es utilizado en procedimientos de acabado. Se comprueba en especial la presencia de ondulaciones bastantes marcadas en la superficie de las piezas mecanizadas, en sentido perpendicular al desplazamiento del alambre en la máquina de electroerosión.

Cuando se desea obtener excelentes acabados superficiales de las piezas mecanizadas por electroerosión, se realiza en general una etapa de desbaste, en el curso de la cual el alambre de electroerosión recibe una notable energía de chispa y conforma la pieza a gran velocidad, y a continuación se realizan de cinco a diez etapas de acabado, en el curso de las cuales las energías de la chispa son más reducidas.

Las últimas fases de acabado se realizan con energías de chispa muy débiles. Se comprende que cuanto más baja es la energía de una chispa, los cráteres de erosión son de menores dimensiones, y el acabado superficial obtenido en la pieza mecanizada es más fino, con una rugosidad reducida. La rugosidad está caracterizada en general por el parámetro -Ra-, definido, por ejemplo, por la norma ISO 4287:1997.

En el caso de una ondulación, este defecto se caracteriza por un parámetro de ondulación -Wt-, definido igualmente, por ejemplo, por la norma ISO 4287:1997.

Las ondulaciones que se pueden comprobar con los alambres según el documento EP 1 009 574 se muestran en las figuras 1 y 2.

En la figura 1 se ha representado la superficie -S- de la pieza a mecanizar, en una vista frontal, con el alambre de electroerosión -F- que se desplaza axialmente a lo largo de la superficie -S- en el sentido de desplazamiento -F1- con respecto a la máquina de electroerosión, y que se desplaza transversalmente a lo largo de la superficie -S- en el sentido -F2- de avance del alambre para barrer la superficie -S- de la pieza.

En la figura 1, las ondulaciones -O- son visibles a ojo desnudo en forma de ranuras paralelas al alambre -F-. En la figura 2, se aprecia que la zona -O- está ondulada después del paso del alambre -F- sobre la superficie -S- de la pieza.

Es deseable que las ondulaciones -O- sean inferiores al umbral de visibilidad a ojo desnudo, con la finalidad que el aspecto de la superficie mecanizada de la pieza parezca perfecta.

Existe por lo tanto la necesidad de conseguir una nueva estructura de alambre de electroerosión con capa superficial de latón en fase $\gamma$ fracturado que, manteniendo al mismo tiempo una gran velocidad de mecanización en las etapas

de corte, presente mejores características de electroerosión en las etapas de acabado, permitiendo realizar superficies mecanizadas más lisas, caracterizadas, en especial, por un parámetro de ondulación -Wt- inferior a 0,4.

La presente invención resulta de la observación, según la cual hay una relación de causa a efecto entre la redistribución de los bloques de recubrimiento de aleación de latón en fase $\gamma$, en un alambre según el documento EP 1 009 574, y la presencia de ondulaciones en la superficie mecanizada de la pieza al final de la etapa de acabado. Esto se puede explicar por las consideraciones siguientes.

En un procedimiento según el documento EP 1 009 574 en el que se produce una redistribución de los bloques, los bloques de aleación en fase $\gamma$, durante una etapa de trefilado, se fracturan no solamente lateralmente, es decir, en el sentido de la longitud del alambre y en el sentido de su periferia, sino igualmente se fracturan en dos o más capas en el sentido del grosor del alambre, y se reparten en la superficie del ánima del alambre. Es la fracturación en varias capas la que permite la redistribución y el aumento correspondiente de superficie de alambre recubierta por los bloques de aleación de latón en fase $\gamma$.

Sin embargo, esta fracturación produce bloques cuyas dimensiones son aleatorias y presentan una distribución de dimensiones relativamente grande, es decir, con bloques cuyas dimensiones son muy variables y pueden comprender todas las dimensiones entre bloques grandes y bloques pequeños.

En la práctica, ciertos bloques pueden conservar su grosor inicial sin ser fracturados en el sentido del grosor, mientras que otros bloques pueden ser fracturados según profundidades desiguales, variando de manera aleatoria en función de las zonas débiles eventualmente presentes en la capa de latón en fase $\gamma$ antes del trefilado.

Según la invención, es el acabado fracturado y redistribuido de la capa superficial de latón en fase $\gamma$ el que es la causa de las ondulaciones residuales importantes en la superficie -S- de la pieza después del acabado de electroerosión.

Para conseguir los objetivos antes mencionados así como otros objetivos, la invención da a conocer un alambre de electrodo para mecanización por electroerosión, que comprende un ánima de una primera aleación de cobre y de zinc con un contenedor de zinc comprendido entre 20% y 45% en peso, y comprendiendo un revestimiento realizado sobre dicha ánima, comprendiendo dicho revestimiento una segunda aleación de cobre y de zinc cuyo contenido de zinc es superior a 50% en peso y que presenta una estructura fracturada en bloques entre los que el ánima queda visible;

según la invención, en el revestimiento:

- los bloques de la segunda aleación tienen un grosor con distribución estrecha, siendo la relación de los grosores de los bloques más pequeños y de lo bloques más grandes en la mayor parte de los bloques presentes superior a 0,6,

- los bloques de la segunda aleación aseguran un recubrimiento del ánima según una proporción de recubrimiento superior a 50%.

La obtención de una distribución estrecha de los grosores de bloques es más fácil de realizar cuando el revestimiento del alambre de desbaste antes del trefilado presenta un grosor inferior o igual a 7 $\mu$m aproximadamente. Por lo tanto, es ventajoso realizar un alambre de electroerosión en el que el grosor de los bloques de la segunda aleación es inferior aproximadamente a 7$\mu$m.

En la práctica, para un diámetro del alambre de 0,250mm, el grosor de los bloques podrá encontrarse en su mayor parte comprendido entre 4 $\mu$m y 5 $\mu$m aproximadamente.

Se obtendrán buenos resultados escogiendo una primera aleación del ánima que consiste principalmente en una aleación de cobre y de zinc en fase $\alpha$, o en una mezcla de una aleación de cobre y de zinc en fase $\alpha$ y una aleación de cobre y de zinc en fase $\beta$'.

Igualmente, la segunda aleación podrá consistir principalmente en una aleación de cobre y de zinc en fase $\gamma$.

Otros objetivos, características y ventajas de la presente invención resultarán de la descripción siguiente de formas de realización específicas, llevada a cabo en relación con las figuras adjuntas en las que:

- las figuras 1 y 2 muestran la presencia de ondulaciones en una superficie mecanizada por electroerosión;

- la figura 3 es una vista esquemática, en sección longitudinal, de un alambre de electrodo según una forma de realización de la presente invención;

- la figura 4 es una vista esquemática en sección transversal a mayor escala del alambre de electrodo de la figura 3;

- la figura 5 es una vista a mayor escala de la sección transversal según la figura 4;

- las figuras 6 y 7 muestran un procedimiento de fabricación del alambre de electrodo según la presente invención;

- la figura 8 muestra esquemáticamente la superficie externa de un tramo de alambre de electrodo según una forma de realización de la invención; y

- las figuras 9 y 10 muestran, como diferencia, al procedimiento de fabricación del alambre de la técnica anterior según el documento EP 1 009 574.

Se considerará en principio la estructura del alambre tal como se ha mostrado en las figuras 3 a 5.

En esta forma de realización, el alambre de electrodo según la invención, es un alambre de forma general cilíndrica que tiene un diámetro aproximado de 0,25mm. En la sección longitudinal diametral de la figura 3, se distinguen el ánima -1- y el recubrimiento 2.

El ánima -1- es homogénea, constituida por una aleación de cobre y de zinc con contenido de zinc comprendido entre 20% y 45% en peso, constituyendo de manera ventajosa una aleación en fase $\alpha$ (contenido de zinc inferior a 37% aproximadamente), o una mezcla de aleación en fase $\beta$' y una aleación en fase $\alpha$ (contenido de zinc de la mezcla comprendido entre 38% y 45%).

El revestimiento -2- es de estructura heterogénea, constituido por bloques de una segunda aleación de cobre y de zinc con contenido de zinc superior a 50% en peso. Los bloques -2a- están separados unos de otros por intersticios -2b- en los que se puede distinguir el ánima -1-.

Los bloques -2a- de la segunda aleación tienen un grosor -E2- con una distribución estrecha, es decir, que los bloques -2a- tienen todos ellos sensiblemente un grosor muy aproximado unos a otros. Se consiguen buenos resultados de acabado de electroerosión cuando la relación de los grosores de los bloques más pequeños y de los bloques más grandes, en la mayor parte de los bloques -2a- presentes, es superior a 0,6. En la práctica, se podrán realizar ventajosamente alambres de electroerosión en los que más del 80% de los bloques tienen grosores -E2- con una relación superior a 0,8 unos con respecto a otros.

En las figuras 4 y 5, se vuelve a observar la misma característica, es decir, un grosor -E2- relativamente constante de los bloques -2a- y de los intersticios -2b-.

Además, los bloques -2a- de la segunda aleación aseguran un recubrimiento del ánima -1- según una relación de recubrimiento superior a 50%. Esto significa que más del 50% de la superficie del ánima -1- está recubierta por bloques 2a.

En la práctica, los bloques -2a- tienen su mayor parte un grosor -E2- comprendido entre 4 $\mu$m y 5 $\mu$m aproximadamente para un alambre con un diámetro de 0,250mm.

La segunda aleación que constituye los bloques -2a- consiste principalmente en una aleación en fase $\gamma$, mientras que la primera aleación que constituye el ánima -1- consiste principalmente en una aleación de fase $\alpha$, o una mezcla de una aleación en fase $\alpha$ y una aleación en fase $\beta$'.

La estructura de alambre que se ha descrito puede ser obtenida, por ejemplo, por un procedimiento que se describirá a continuación en relación con las figuras 6 y 7.

En el curso de una primera etapa a), se prevé un ánima -1- de aleación de cobre y zinc con un contenido de zinc comprendido entre 20% y 45% en peso. El diámetro inicial del ánima es escogido superior al diámetro final del alambre, lo que es ventajoso para reducir el coste de producción. A título de ejemplo, se puede partir de un ánima -1- que tiene un diámetro de 0,5mm con aleación de 63% de cobre y 37% de zinc.

En la segunda etapa b), se efectúa el revestimiento del ánima -1- con una capa de zinc que tiene, por ejemplo, un espesor de 3 $\mu$m.

En el curso de la tercera etapa c), se calienta el ánima con este revestimiento, para formar un elemento en desbaste que tiene un diámetro en desbaste -De- y una capa superficial de aleación de cobre y de zinc en fase $\gamma$ que recubre el ánima -1-. El diámetro De del desbaste se escoge bastante próximo al diámetro final -Df-. El grosor obtenido de la capa superficial en fase $\gamma$ es aproximadamente el doble del grosor inicial de la capa de zinc.

En el curso de una etapa siguiente d), se enfría la pieza en desbaste a la temperatura ambiente. Se obtiene una pieza en desbaste, tal como la mostrada en la figura 6.

En el curso de una última etapa e), se efectúa el trefilado a temperatura ambiente del desbaste para llevarlo al diámetro final -Df- deseado del alambre, tal como se ha mostrado en la figura 7.

Para obtener la estructura particular de revestimiento con bloques de dimensiones similares asegurando un buen recubrimiento del ánima, la relación -Df-/-De- es relativamente elevada, comprendida preferentemente entre 0,4 y 0,8. Dicho de otro modo, el trefilado produce una reducción de diámetro relativamente reducida.

Además, durante la etapa c) de calentamiento del ánima, se calienta a una temperatura comprendida entre 177º C y 180º C aproximadamente durante un periodo comprendido entre 5 y 7 horas aproximadamente.

De esta manera, se realiza simultáneamente un ánima -1- que tiene buenas características mecánicas.

Según una posibilidad, la etapa d) de depósito de zinc puede ser realizada por depósito electrolítico.

Asimismo, de acuerdo con la invención, se puede realizar la pieza en desbaste a partir de un alambre de ánima más grueso, que tiene, por ejemplo, un diámetro de 1mm, que se recubre mediante una capa de zinc de 6 μm y se trefila antes de la difusión hasta el diámetro de desbaste De de 0,5mm. Se vuelve a encontrar entonces la misma estructura de desbaste con capa de zinc de 3μm aproximadamente.

Se tomará en consideración nuevamente las figuras 6 y 7.

La figura 6 muestra una sección longitudinal de un desbaste de alambre según la invención, antes de la etapa de trefilado: el revestimiento tiene un grosor inicial -E2- y se han mostrado las zonas de revestimiento -10-, -20-, -30-, -40- y -50- que van a ser separadas a continuación por fracturación en el trefilado. El diámetro inicial del alambre es -De-.

Después del trefilado, en la figura 7, se ha mostrado el alambre de electrodo estirado por el trefilado, que ha adoptado un diámetro -Df- más reducido que -De-. Se vuelven a encontrar bloques -10-, -20-, -30-, -40- y -50- que se han separado entre sí según los intersticios -2b- continuando la superficie del alambre y conservando un grosor -E2- constante.

En la práctica, la capa de bloques -10-50- presente en el desbaste de alambre antes de trefilado (figura 6) es fracturado en una sola capa por el trefilado y produce al final del trefilado (figura 7) una estructura con una capa de bloques separados 10-50 con un espesor relativamente constante e igual al espesor inicial -E2- del revestimiento. El espesor relativamente constante de los bloques -10-50- resulta del hecho de que los bloques no han sido fracturados en el sentido de su grosor, y que por lo tanto no han sido redistribuidos.

Se comprueba que el procedimiento, que permite realizar esta fracturación sin distribución, produce frecuentemente un alambre cuya superficie externa es reconocible por la presencia de orientaciones preferenciales de las fracturas -2b-. Esto se muestra en la figura 8: las fracturas -2b- de la aleación de latón en fase γ se muestran alineadas según filas oblicuas paralelas a la dirección -I-I- que constituye orientaciones preferentes.

Se tomarán en consideración ahora las figuras 9 y 10 que muestran un procedimiento de la técnica anterior, tal como el del documento EP 1 006 574. En este caso, se realizará un trefilado a partir de un diámetro -D'e- más grande que el diámetro De, llegando a un mismo diámetro final -Df-. El revestimiento, antes del trefilado (figura 9), presenta un grosor -E'2- mayor que el espesor -E2-, y se distinguen las zonas -10-50-. En el trefilado, por el hecho del mayor espesor -E'2- y de la relación más pequeña -Df-/-D'e-, el revestimiento, de manera simultánea, se fracturará lateralmente y se dividirá en profundidad, según como mínimo, dos capas para realizar la separación de los bloques -10-50- unos de otros. De esta manera, el revestimiento se redistribuirá presentando un grosor irregular, tal como se ha mostrado en la figura 10. Se observará que la figura esquemática -10- muestra una distribución relativamente grande en el grosor de los bloques -10-50- con bloques muy grandes -50- que no han sido fracturados en profundidad, con bloques más pequeños -20 o 40-, y con bloques de talla media -10- o -30-. Bloques pequeños, tales como los bloques -20- o -40- son susceptibles de crear polvo. La invención permite evitar este efecto.

En la práctica, una capa de latón de fase γ queda redistribuida y constituida por tres tipos de bloques:

- bloques que han quedado unidos al ánima en su posición original, y sin fisuras (por ejemplo, el bloque -50-),
- bloques en curso de fisuración,
- fragmentos de bloques separados unos de otros y después desplazados y adheridos nuevamente a la superficie del ánima en el trefilado, asegurando una relación de recubrimiento más elevada del ánima.

Las dimensiones irregulares de los bloques procedentes de la redistribución, así como la fisuración de los bloques y su recolocación sobre la superficie del ánima durante la operación de trefilar, son susceptibles de provocar problemas de conducción eléctrica.

La conducción eléctrica es necesaria para la entrada de corriente del generador de la máquina de electroerosión hacia el alambre, a través de su superficie exterior.

Es probable que estas irregularidades de estructura y de grosor de la capa superficial de alambre redistribuida hacen inestable la formación de las chispas, y provocan en la superficie -S- (figuras 1 y 2) picos y valles en el sentido del avance -F2- del alambre -F-. Esta es probablemente la razón por la que, en el caso de utilización de un alambre de capa superficial redistribuida, el parámetro de ondulación -Wt-, medido en la pieza mecanizada terminada, sigue siendo superior a 0,5 μm.

Se ha puesto en evidencia el efecto obtenido por la presente invención efectuando mediciones del parámetro de ondulación -Wt- especialmente en dos piezas correspondientes mecanizadas con ayuda de dos alambres de muestra:

- muestra 1: un alambre de electrodo según el documento EP 1 009 574, con un diámetro igual a 0,25mm, con ánima de latón de fase α, y cuya capa superficial comprende bloques de latón de fase γ fisurados y redistribuidos presentando grosores medidos comprendidos entre 2,3 μm y 5,1 μm.

- muestra 2: un alambre de electrodo según la presente invención, con diámetro igual a 0,25mm, con un ánima de latón en fase α, con una capa superficial constituida de bloques de latón en fase γ fracturados y no redistribuidos, en la que más del 80% de los bloques tienen un grosor comprendido entre 4 μm y 4,3μm.

Con ayuda de uno y otro de los alambres de muestra se mecaniza una pieza de acero de utillajes Z160DCV12 correspondiente de 50mm de altura, y se procede a seis etapas de acabado con ayuda de una máquina AGIE Agiecut Evolution II SFF (marca habitual) (año 2001).

Se ha medido a continuación el parámetro de ondulación -Wt- de la superficie terminada de las piezas, obtenidas con uno u otro de los alambres de muestra con ayuda de un aparato MAHR Perthometer S2 (marca habitual) (fabricada en 2006), con una unidad de avance MAHR PZK (marca habitual), un palpador MAHR MFW250 (marca habitual) de 90º de ángulo y radio de 2 μm.

Los parámetros de medición eran:

- longitud de evaluación: 0,8mm
- longitud de corte (filtro): 0,8mm
- número de longitudes: 5 longitudes de evaluación, y una delante y una después, es decir, 5,6mm de recorrido total.

El resultado de la medición ha sido:

- con la muestra 1: Wt = 0,9 μm
- con la muestra 2: Wt = 0,39 μm.

Se obtiene por lo tanto, una mejora muy sensible del parámetro de ondulación -Wt- en las piezas a la salida de las etapas de acabado, realizadas con ayuda de un alambre de electrodo según la invención.

La presente invención no está limitada a las formas de realización que se han descrito de manera explícita, sino que comprende diversas variantes y generalizaciones contenidas en el campo de las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Alambre de electrodo para la mecanización por electroerosión, que comprende un ánima (1) de una primera aleación de cobre y de zinc con contenido de zinc comprendido entre 20% y 45% en peso, y que comprende un revestimiento (2) realizado sobre dicha ánima (1), comprendiendo dicho revestimiento (2) una segunda aleación de cobre y de zinc cuyo contenido de zinc es superior a 50% en peso y que presenta una estructura fracturada en bloques (2a) entre los que el ánima (1) es visible, caracterizado por que en el revestimiento (2):

- los bloques (2a) de la segunda aleación tienen un espesor (E2) con distribución estrecha, siendo la relación de los grosores de los bloques pequeños y de los bloques grandes de la mayor parte de los bloques (2a) superior a 0,6,

- los bloques (2a) de la segunda aleación aseguran un recubrimiento del ánima (1) según una relación de recubrimiento superior a 50%.

2. Alambre de electrodo, según la reivindicación 1, caracterizado porque el grosor (E2) de los bloques (2a) de la segunda aleación es inferior a 7 μm aproximadamente.

3. Alambre de electrodo, según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque, para un diámetro de alambre de 0,250mm aproximadamente, el grosor (E2) de los bloques (2a) está comprendido en su mayor parte entre 4 μm y 5 μm aproximadamente.

4. Alambre de electrodo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la primera aleación del ánima (1) consiste principalmente en una aleación de cobre y de zinc en fase α o en una mezcla de una aleación de cobre y de zinc en fase α y de una aleación de cobre y de zinc en fase β'.

5. Alambre de electrodo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la segunda aleación consiste principalmente en una aleación de cobre y de zinc en fase γ.

6. Alambre de electrodo, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque en la superficie del alambre las fracturas (2b) de la aleación de cobre y de zinc en fase γ presentan orientaciones preferentes (I-I).

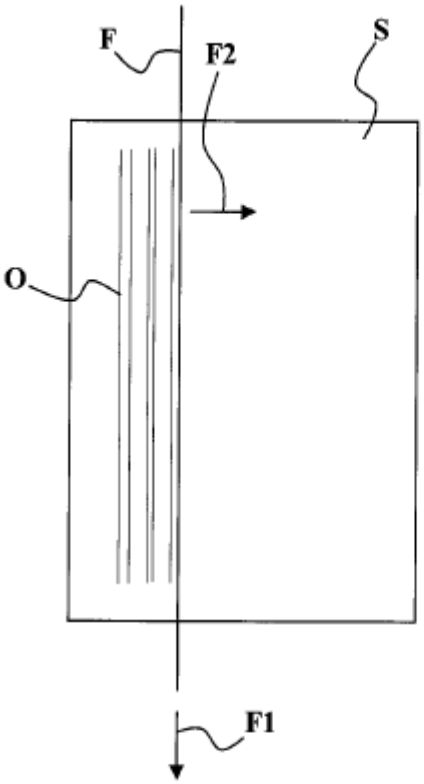


FIG. 1

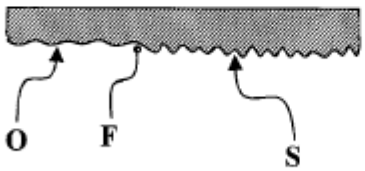


FIG. 2

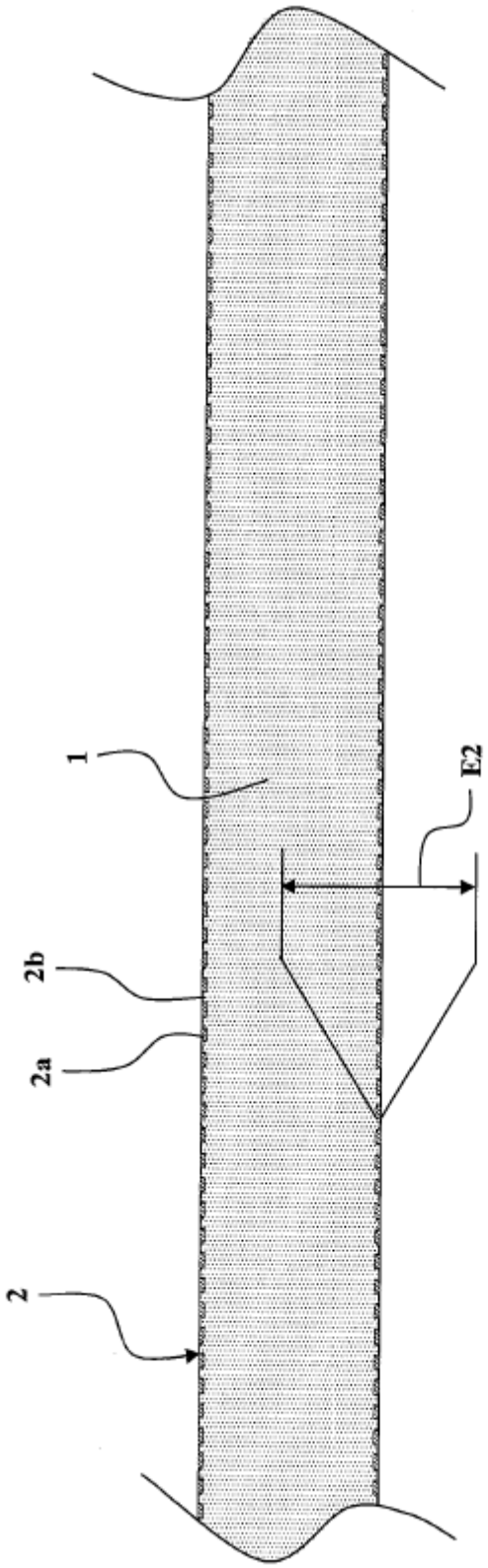


FIG. 3

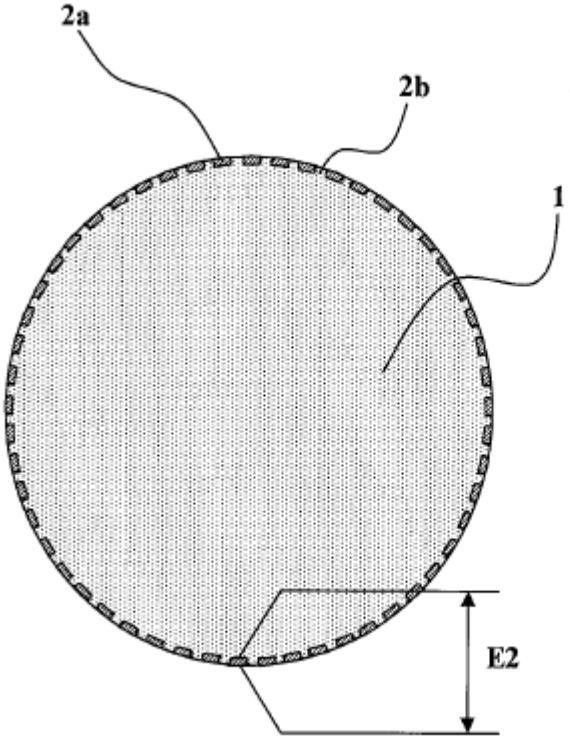


FIG. 4

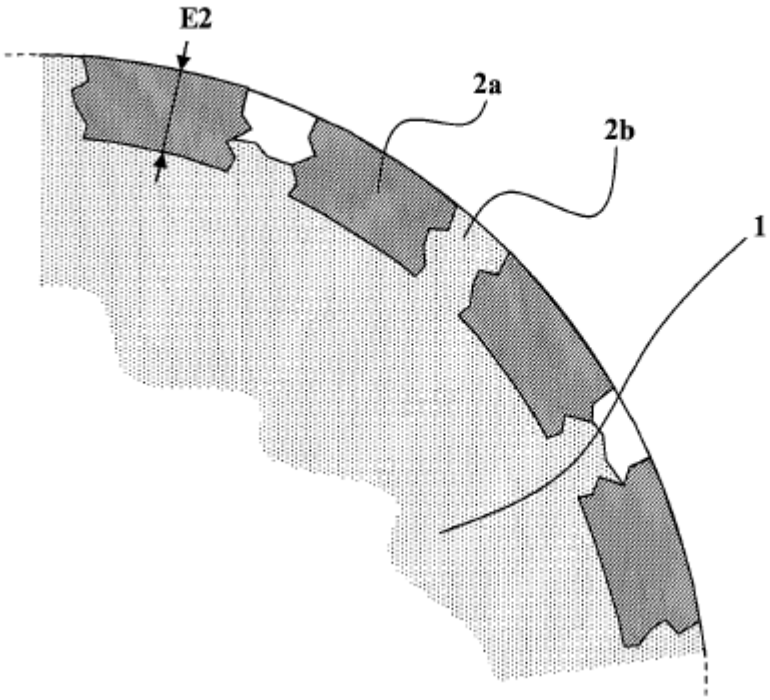


FIG. 5

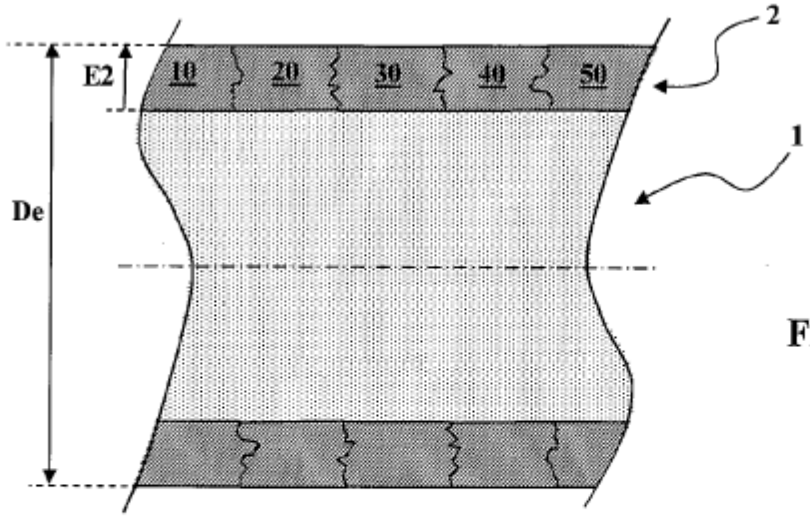


FIG. 6

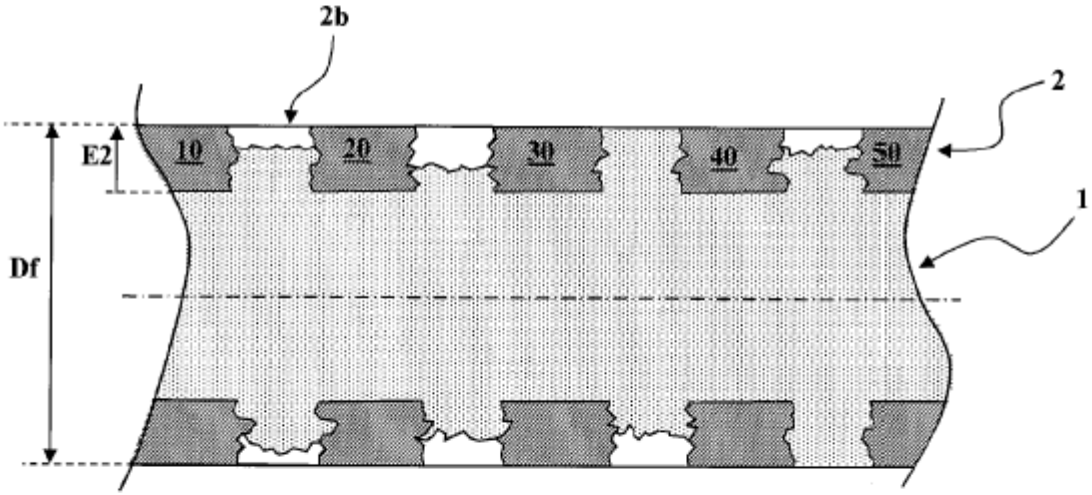


FIG. 7

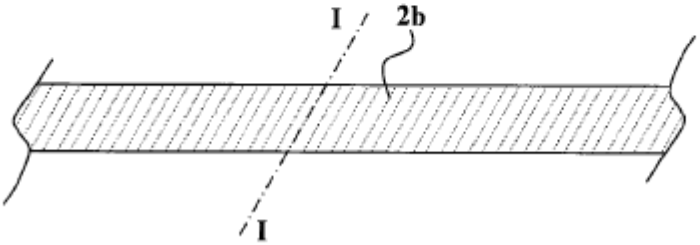


FIG. 8

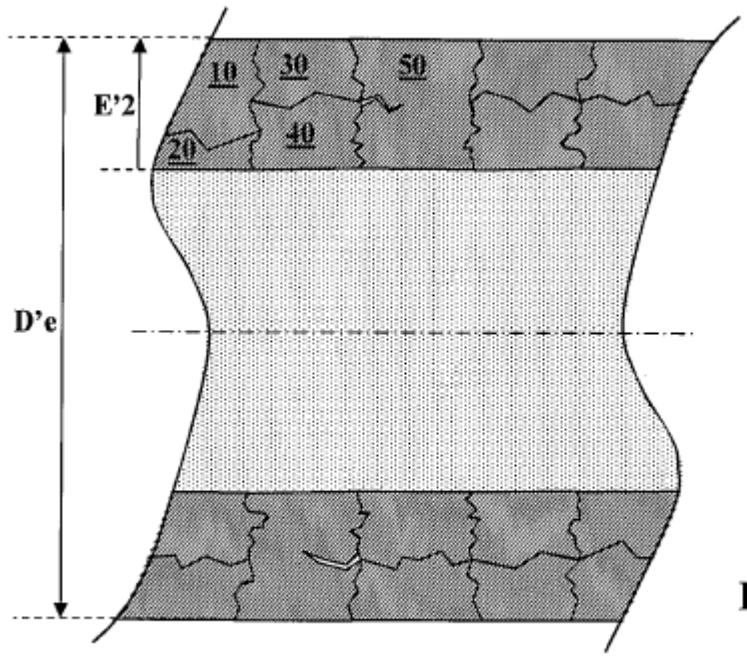


FIG. 9

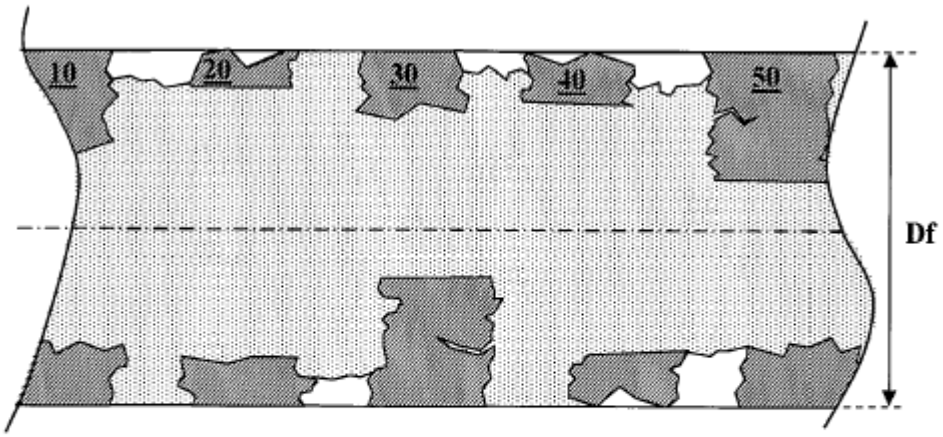


FIG. 10