

(11) *Número de Publicação:* PT 800886 E

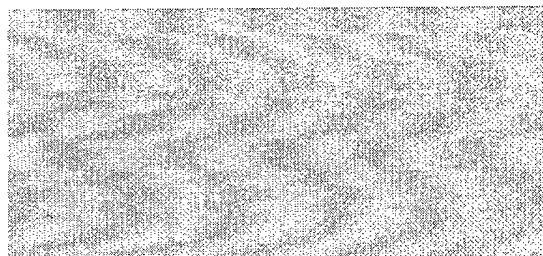
(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6 )  
B23H007/08 A

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

|                                                         |                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (22) <i>Data de depósito:</i> 1997.04.04                | (73) <i>Titular(es):</i><br>THERMOCOMPACT<br>ZONE INDUSTRIELLE LES ILES 74370 METZ TESSY FR                      |
| (30) <i>Prioridade:</i> 1996.04.11 FR 9604894           |                                                                                                                  |
| (43) <i>Data de publicação do pedido:</i><br>1997.10.15 | (72) <i>Inventor(es):</i><br>LOUIS LACOURCELLE FR                                                                |
| (45) <i>Data e BPI da concessão:</i><br>2000.03.22      | (74) <i>Mandatário(s):</i><br>JOSÉ EDUARDO LOPES VIEIRA DE SAMPAIO<br>RUA DO SALITRE, 195 R/C DTO 1250 LISBOA PT |

(54) *Epígrafe:* ESTRUTURA DE FIO ELÉCTRODO PARA ELECTROEROSÃO PROCESSO PARA A SUA FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO À ELECTROEROSÃO

(57) *Resumo:*





INSTITUTO NACIONAL  
DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA

FOLHA DO RESUMO

|                                                  |                                       |                                                                             |                                       |                                         |                                  |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|
| PAT. INV.<br><input checked="" type="checkbox"/> | MOD. UTI.<br><input type="checkbox"/> | MOD. IND.<br><input type="checkbox"/>                                       | DES. IND.<br><input type="checkbox"/> | TOP. SEMIC.<br><input type="checkbox"/> | CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL (51) |
| N.º 800.886 (11)                                 |                                       | N.º Objectos <input type="checkbox"/> N.º Desenhos <input type="checkbox"/> |                                       | DATA DO PEDIDO ____/____/____ (22)      |                                  |

REQUERENTE (71) **THERMOCOMPACT, francesa, industrial, com sede em Z.I Les Iles,**  
(NOME E MORADA)

**74370 Metz Tessy, França**

CÓDIGO POSTAL

INVENTOR(ES) / AUTOR(ES) (72)

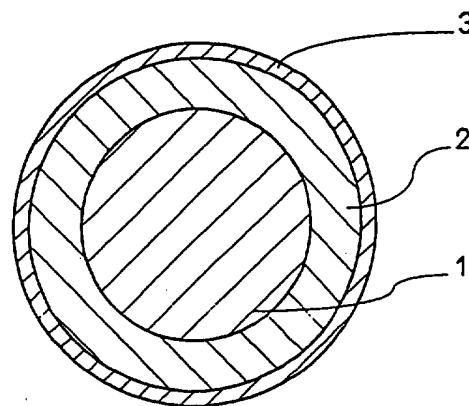
**LACOURCELLE, LOUIS**

REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE(S) (30)

| DATA DO PEDIDO | PAÍS DE ORIGEM | N.º DO PEDIDO |
|----------------|----------------|---------------|
| <br><br>       | <br><br>       | <br><br>      |

EPIGRAFE (54) **"ESTRUTURA DE FIO ELÉCTRODO PARA  
ELECTROEROSÃO, PROCESSO PARA A SUA FABRICA  
ÇÃO E APLICAÇÃO À ELECTROEROSÃO"**

FIGURA ( para interpretação do resumo)



RESUMO (max. 150 palavras) (57)

Um fio eléctrodo para electroerosão de acordo com a invenção, de metal ou liga, compreende uma camada superficial de conversão que contém compostos químicos do referido metal ou liga e de pelo menos um elemento de transição polivalente tal como crómio hexavalente. Reduzem-se assim os riscos de ruptura do fio na máquina de electroerosão, e melhora-se o estado de superfície na peça maquinada.

NÃO ESCREVER NAS ZONAS SOMBREADAS

## DESCRIÇÃO

### **“ESTRUTURA DE FIO ELÉCTRODO PARA ELECTROEROSÃO, PROCESSO PARA A SUA FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO À ELECTROEROSÃO”**

A presente invenção diz respeito aos fios eléctrodos para electroerosão, que se utilizam para a maquinagem de peças de material condutor da electricidade numa máquina de electroerosão.

O fio eléctrodo para electroerosão compreende, de uma maneira geral uma alma ou pelo menos uma camada intermediária de metal bom condutor da electricidade, e uma camada superficial de metal ou liga idêntica ou diferente. O fio eléctrodo encontra-se desviado axialmente da zona de cintilação, na qual é guiado por guias de entrada e guias de saída. Aplica-se uma tensão eléctrica entre o fio eléctrodo e a peça a maquinar que, por sua vez, se encontra colocada na zona de cintilação, para produzir na referida zona de cintilação trens de faíscas entre o fio e a peça. As faíscas produzem simultaneamente o desgaste do fio e o desgaste da peça. Um líquido dieléctrico ocupa a zona de cintilação entre o fio e a peça. Em certas máquinas de electroerosão, o líquido é um banho, no qual se produz uma circulação pela evacuação de detritos. Noutras máquinas, o líquido é conduzido por aspersão.

Por deslocamento relativo do fio e da peça no sentido radial em relação ao eixo do fio, corta-se na peça uma superfície com a forma desejada.

Os fios eléctrodos utilizados são geralmente de diâmetro reduzido, frequentemente de cerca de 0,2 milímetro, e devem ser estendidos correctamente na zona de cintilação para garantir uma boa precisão de maquinagem.

Um primeiro problema que se encontra nas máquinas de electroerosão com fio eléctrodo é o risco frequente de ruptura do fio. Em caso de ruptura do fio, a

máquina de electroerosão encontra-se geralmente prevista para enfiar de novo o fio automaticamente ou manualmente. Compreende-se que daí resulta uma redução do rendimento da máquina, e o enfiamento do fio pode tornar-se muito delicado por causa do reduzido diâmetro do fio, da sua flexibilidade, e do reduzido diâmetro das guias nos quais ele deve passar.

Constata-se que os riscos de ruptura têm tendência a aumentar com o tempo, durante a maquinagem das peças.

Um segundo problema que se encontra na electroerosão por meio de fios eléctricos é a obtenção de um estado de superfície satisfatório. Com efeito, a electroerosão actua por cintilação, ou seja por acção erosiva de faíscas eléctricas descontínuas na peça. As descontinuidades das faíscas produzem na peça um estado de superfície cuja regularidade nem sempre é suficiente em função das exigências e das aplicações da peça. Para se obter uma precisão dimensional suficiente da superfície maquinada, as máquinas realizam a maquinagem em diversas etapas, com uma última etapa de acabamento com muito reduzida retirada de matéria da peça. No entanto, o coeficiente de rugosidade habitualmente obtido na superfície da peça nem sempre é satisfatório e constata-se a existência de estrias visíveis na superfície da peça. As soluções conhecidas para melhorar o estado de superfície obtido consistem em reduzir a intensidade da corrente de cintilação, e/ou em diminuir a duração da faísca. No entanto, daí resulta uma diminuição sensível da rapidez de maquinagem. Em todos os casos, existe uma necessidade de melhorar o estado de superfície e a precisão dimensional das peças maquinadas, e evitar a sua degradação no decurso da maquinagem.

Sabe-se igualmente que determinados fios eléctricos tais como os fios de

latão com camada superficial de zinco conseguem um melhor estado de superfície, em relação a um fio com camada superficial de liga de cobre e de zinco difusas, mas a maquinagem é então menos rápida e os riscos de ruptura do fio são aumentados.

Foram propostas diversas estruturas de fio eléctrodo que comportam uma camada superficial de metal de transição ou de óxido metálico: na patente de invenção EP-A-0 381 595, uma camada superficial de ferro, de níquel, de cobalto ou de crómio; na patente de invenção JP-A-01 078724, a camada superficial é de manganês; nas patentes de invenção JP-A-61 279433 e JP-A-61 288932, a camada superficial é de óxido de crómio; na patente de invenção JP-A-62 028123, a camada superficial é de óxido de molibdénio ou de óxido de vanádio. Nenhuma dessas estruturas permite o estado de superfície da peça maquinada ao mesmo tempo que reduz os riscos de ruptura do fio e aumenta a rapidez de maquinagem.

Um problema proposto pela invenção é conceber uma nova estrutura de fio eléctrodo para electroerosão que permite reduzir os riscos de ruptura do fio e melhorar o estado de superfície da peça maquinada por meio do referido fio, sem reduzir a rapidez da maquinagem.

Para atingir esses objectos assim como outros, a solução de acordo com a invenção consiste em efectuar uma transformação estrutural e superficial do fio eléctrodo por electroerosão, por formação de compostos químicos a partir do metal superficial e de um elemento polivalente combinado apropriado da classificação periódica dos elementos naturais.

Assim, um fio eléctrodo para electroerosão de acordo com a invenção, tendo uma camada periférica de metal ou liga, é caracterizado pelo facto de compreender uma camada superficial de conversão que contém compostos químicos do referido

metal ou liga e de pelo menos um elemento de transição polivalente dos grupos IV<sub>A</sub>, V<sub>A</sub>, VI<sub>A</sub> ou VII<sub>A</sub> das primeira, segunda ou terceira famílias da classificação periódica dos elementos naturais, ou seja os elementos que compreendem Cr, Ti, V, Mn, Nb, Mo, W e Re.

Na camada superficial de conversão, os átomos de metal perderam as suas propriedades metálicas e encontram-se ligados por ligações químicas a iões de elementos de transição combinados.

Obtém-se bons resultados prevendo uma camada de conversão que contém compostos químicos do referido metal ou liga e crómio hexavalente. A camada superficial de conversão pode ser uma camada de conversão leve tal como uma camada cromatada branqueada, ou uma camada cromatada amarela irisada. Como alternativa, a camada superficial de conversão pode ser uma camada mais espessa.

O metal ou a liga que formam a camada periférica do fio é escolhido entre o zinco, o cobre, o alumínio, o titânio, o tungsténio e as suas ligas. O metal ou a liga presente na periferia do fio pode formar toda a secção transversal do fio no interior da camada superficial de conversão. Como alternativa, o metal ou a liga presente na periferia do fio pode formar uma camada periférica que envolve uma alma ou uma outra camada intermédia.

Assim, a invenção aplica-se em especial a fios de cobre, de titânio, de tungsténio, de alumínio, de liga destes metais, com ou sem camada periférica de zinco ou de liga de zinco, e a fios de aço revestidos com zinco ou com liga de zinco.

A título de ilustração, a figura 1 representa, em corte transversal, um fio eléctrodo de acordo com a invenção que tem uma alma 1 de um primeiro material que pode ser o aço, o alumínio, o latão ou qualquer outro material de alma

apropriado, sendo a alma 1 revestida por uma camada periférica 2 de metal ou liga, por sua vez revestida com uma camada superficial 3 de conversão. De notar que as espessuras representadas são puramente ilustrativas e encontram-se ampliadas para facilitar a compreensão.

A figura 2 ilustra, em corte transversal, uma variante de realização do fio eléctrico de acordo com a invenção, na qual a camada periférica 2 de metal ou liga, revestida pela camada superficial 3 de conversão forma toda a secção interior do fio.

Um processo de fabricação de um tal fio com camada periférica 2 de metal ou liga e com camada superficial 3 de conversão compreende uma etapa última de colocação em contacto do fio com uma solução de iões simples ou compostos por pelo menos um elemento de transição polivalente dos grupos IV<sub>A</sub>, V<sub>A</sub>, VI<sub>A</sub> ou VII<sub>A</sub> das primeira, segunda ou terceira famílias da classificação periódica dos elementos naturais, ou seja os elementos que compreendem Cr, Ti, V, Mn, Nb, Mo, W e Re.

No decurso da referida etapa última, pode-se com vantagem sobrepor uma corrente eléctrica que passa entre a solução e o fio, criando uma reacção de permuta entre a solução e a superfície metálica do fio.

A etapa última de colocação em contacto com uma solução de iões simples ou compostos pode ser assegurada em especial por imersão, ou por aspersão. Exemplos de banhos que se podem utilizar para a realização da camada de conversão sobre o fio eléctrico para electroerosão encontram-se descritos a seguir.

Exemplos de soluções que permitem realizar uma camada de conversão cromatada leve sobre o fio com camada periférica de zinco ou de liga de zinco:

|                                        |          |
|----------------------------------------|----------|
| <u>Exemplo 1</u> : cromato de potássio | 1,35 g/l |
| fluoreto de sódio                      | 2,75 g/l |

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| sulfato de sódio (anidro) | 0,9 g/l |
|---------------------------|---------|

|               |         |
|---------------|---------|
| ácido nítrico | 15 ml/l |
|---------------|---------|

Exemplo 2 : bicromato de potássio 1,28 g/l

|                                        |          |
|----------------------------------------|----------|
| alúmen de crômio (12 H <sub>2</sub> O) | 0,43 g/l |
|----------------------------------------|----------|

|                   |          |
|-------------------|----------|
| fluoreto de sódio | 2,88 g/l |
|-------------------|----------|

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| sulfato de sódio (hidratado) | 0,43 g/l |
|------------------------------|----------|

|               |         |
|---------------|---------|
| ácido nítrico | 15 ml/l |
|---------------|---------|

Exemplos de composição para a realização de uma camada de conversão cromatada amarela irisada sobre fio com camada periférica de zinco ou de liga de zinco:

Exemplo 3 : anidrido crômico 2 g/l

|                  |       |
|------------------|-------|
| cloreto de sódio | 4 g/l |
|------------------|-------|

Exemplo 4 : anidrido crômico 5,5 g/l

|                                         |         |
|-----------------------------------------|---------|
| bicromato de sódio (2 H <sub>2</sub> O) | 5,5 g/l |
|-----------------------------------------|---------|

|                                        |         |
|----------------------------------------|---------|
| sulfato de sódio (10 H <sub>2</sub> O) | 2,2 g/l |
|----------------------------------------|---------|

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| ácido nítrico (40° B) | 3,6 ml/l |
|-----------------------|----------|

Exemplo 5 : anidrido crômico 6,5 g/l

|                                          |         |
|------------------------------------------|---------|
| sulfato de magnésio (7 H <sub>2</sub> O) | 0,8 g/l |
|------------------------------------------|---------|

|               |          |
|---------------|----------|
| ácido nítrico | 1,5 ml/l |
|---------------|----------|

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| ácido acético (glacial) | 1,5 ml/l |
|-------------------------|----------|

Exemplo de solução que permite realizar uma camada de conversão cromatada mais espessa sobre fio com camada periférica de zinco ou de liga de zinco:

728

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| <u>Exemplo 6</u> : formato de amónio | 50 g/l  |
| anidrido crómico                     | 20 g/l  |
| ácido nítrico                        | 30 ml/l |

Outro exemplo de solução para realizar uma camada de conversão com teor em sais de molibdénio sobre fio com camada periférica de zinco ou de liga de zinco:

|                                        |        |
|----------------------------------------|--------|
| <u>Exemplo 7</u> : molibdato de amónio | 20 g/l |
| sulfato de níquel                      | 40 g/l |
| ácido bórico                           | 20 g/l |

Exemplo de solução que permite realizar uma camada de conversão cromatada sobre fio de cobre ou liga de cobre:

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| <u>Exemplo 8</u> : bicromato de sódio | 75 g/l |
| nitrato de sódio                      | 2 g/l  |
| fosfato diamónico                     | 1 g/l  |

Para realizar uma camada de conversão sobre os metais diferentes do zinco, do cobre ou das suas ligas, o técnico da especialidade poderá encontrar no comércio formulações adaptadas.

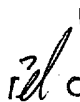
De acordo com a invenção, pode-se considerar suficiente prever uma camada de conversão tal como uma camada cromatada leve ou amarela irisada, obtida pelas soluções dos exemplos 1 a 5 anteriores.

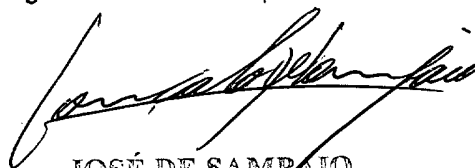
Constata-se que um processo de electroerosão que utiliza um fio com camada superficial de conversão apresenta riscos reduzidos de ruptura do fio na máquina de electroerosão, e permite obter um estado de superfície mais regular na peça a maquinar. Os riscos de ruptura do fio são em particular reduzidos ao nível das guias de entrada na zona de maquinagem.

Constata-se igualmente que o estado de superfície e a precisão dimensional das peças maquinadas permanecem dentro das tolerâncias satisfatórias mesmo após uma longa duração de maquinagem, e constata-se simultaneamente um menor desgaste das guias de entrada e das guias de saída na máquina de electroerosão.

A presente invenção não fica limitada aos modos de realização que foram descritos explicitamente, mas ela inclui as diversas variantes e generalizações contidas no domínio das reivindicações anexas.

Lisboa, 23 de Maio de 2000

 O Agente Oficial da Propriedade Industrial



JOSÉ DE SAMPAIO  
A.O.P.I.  
Rua do Salitre, 195, r/c-Drt.  
1250 LISBOA

## REIVINDICAÇÕES

1. Fio eléctrodo para electroerosão, do qual pelo menos a periferia (2) é constituída por um metal ou liga escolhida entre o zinco, o cobre, o alumínio, o titânio, o tungsténio e as suas ligas, caracterizado pelo facto de compreender uma camada superficial (3) de conversão que contém compostos químicos do referido metal ou liga e de pelo menos um elemento de transição polivalente escolhido entre os elementos que compreendem: Cr, Ti, V, Mn, Nb, Mo, W e Re.

2. Fio eléctrodo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto de a camada superficial (3) de conversão conter compostos químicos do referido metal ou liga e crómio hexavalente.

3. Fio eléctrodo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo facto de a camada superficial (3) de conversão ser uma camada cromatada leve ou amarela irisada.

4. Fio eléctrodo de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo facto de o referido metal ou liga da periferia (2) formar toda a secção transversal do fio no interior da referida camada superficial (3) de conversão.

5. Fio eléctrodo de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo facto de o referido metal ou liga formar uma camada periférica (2) que envolve uma alma (1) ou uma outra camada intermédia.

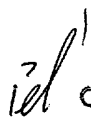
6. Processo de fabricação de um fio eléctrodo para electroerosão do qual pelo menos a periferia (2) é composta por um metal ou liga escolhido entre o zinco, o cobre, o alumínio, o titânio, o tungsténio e as suas ligas, caracterizado pelo facto de compreender uma etapa última de colocação em contacto do fio com uma solução de iões simples ou compostos por pelo menos um elemento de transição polivalente

escolhido entre os elementos que compreendem Cr, Ti, V, Mn, Nb, Mo, W e Re para formar uma camada superficial (3) de conversão.

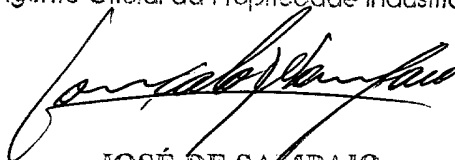
7. Processo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo facto de, no decurso da referida última etapa, se sobrepor uma corrente eléctrica que passa entre a solução e o fio, criando uma reacção de permuta entre a solução e a superfície metálica do fio.

8. Processo de electroerosão, caracterizado pelo facto de utilizar um fio de electroerosão de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 5.

Lisboa, 23 de Maio de 2000



○ Agente Oficial da Propriedade Industrial



JOSÉ DE SAMPAIO

A.O.P.L

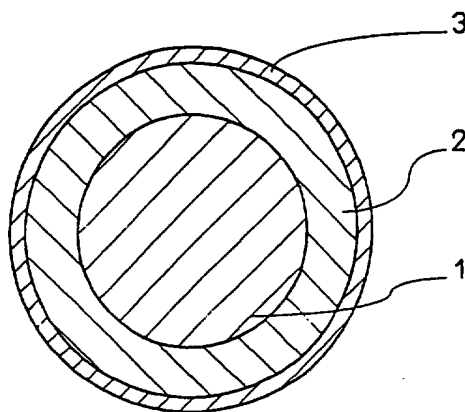
Rua do Salitre, 195, r/c-Drt.

1250 LISBOA

**RESUMO****“ESTRUTURA DE FIO ELECTRODO PARA ELECTROEROSÃO,  
PROCESSO PARA A SUA FABRICAÇÃO E APLICAÇÃO À  
ELECTROEROSÃO”**

Um fio eléctrodo para electroerosão de acordo com a invenção, de metal ou liga, compreende uma camada superficial de conversão que contém compostos químicos do referido metal ou liga e de pelo menos um elemento de transição polivalente tal como crómio hexavalente. Reduzem-se assim os riscos de ruptura do fio na máquina de electroerosão, e melhora-se o estado de superfície na peça maquinada.

Figura 1



Lisboa, 23 de Maio de 2000

*12* O Agente Oficial da Propriedade Industrial

JOSÉ DE SAMPAIO  
A.O.P.L.

Rua do Salitre, 195, r/c-Drt.  
1250 LISBOA

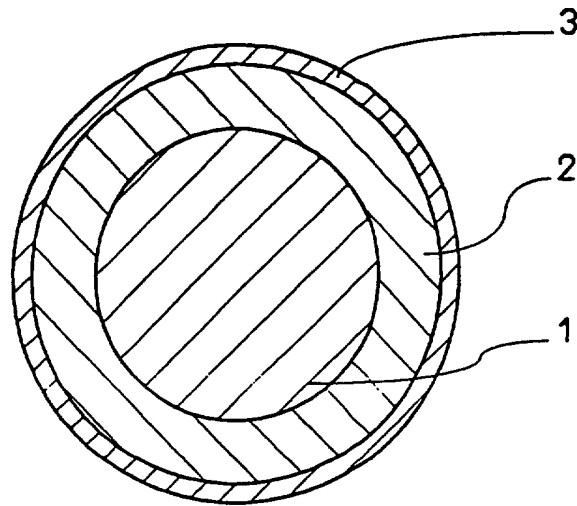


Fig. 1

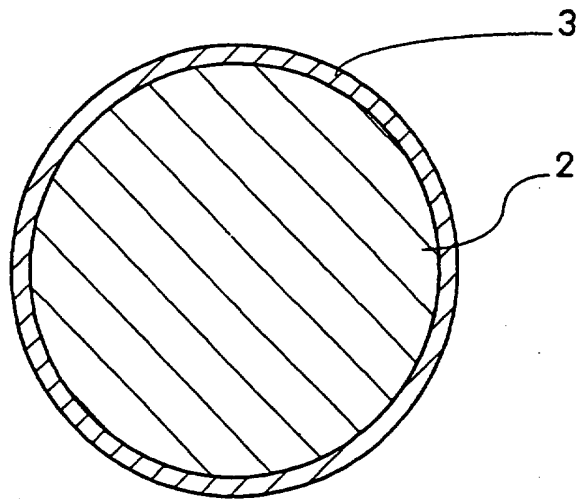


Fig. 2