



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0707771-8 A2**

(22) Data de Depósito: 13/02/2007
(43) Data da Publicação: 10/05/2011
(RPI 2105)



(51) Int.Cl.:
C22C 5/02
C22C 1/02
H01L 23/49

(54) Título: **FIO DE LIGAÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 13/02/2006 DE 10 2006 006 728.2

(73) Titular(es): W. C. Heraeus GMBH

(72) Inventor(es): Albrecht Bischoff, Holger Zingg, Lutz Schraepler

(74) Procurador(es): Dannemann ,Siemens, Bigler &
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007001233 de 13/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/093380 de 23/08/2007

(57) Resumo: FIO DE LIGAÇÃO. A presente invenção refere-se a uma liga de ouro contendo 99% em peso, em particular, 99,9% em peso de ouro e de 1 a 1000 ppm, em particular, de 10 a 100 ppm de cálcio, e de 1 a 1000 ppm, em particular, de 10 a 1000 ppm de itérbio ou de európio, ou uma mistura de itérbio e európio, bem como, a um processo para a fabricação de uma liga de ouro homogênea contendo európio e/ou itérbio.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "FIO DE LIGAÇÃO".

A presente invenção refere-se a fios de ligação de ouro e a ligas de ouro apropriadas para isso, com alta resistência.

5 Em virtude da constante miniaturização dos componentes semicondutores e de um empenho relacionado a isso para a redução do diâmetro do fio de ligação de ouro, são apresentadas exigências crescentes à resistência do fio e à confiabilidade das ligações por fio. São conhecidas, em particular, adições com elementos do segundo grupo principal do sistema

10 periódico (metais alcalino-terrosos) como, por exemplo, com berilo e cálcio de acordo com C. W. Conti, Gold Bulletin, 1999, 32(2) 39 ou Yuantao Ning, Gold Bulletin, 2001, 34(3) 77. Também lantanídeos como, por exemplo, európio e itérbio são adicionados como elementos de adição. Problemático nos lantanídeos é sua solubilidade na matriz de ouro. A má solubilidade de lan-

15 tanídeos na matriz de ouro leva a inomogeneidades e, no caso mais desfavorável, a precipitações grosseiras na barra de ouro, em particular, no caso de európio e itérbio. Portanto, ao invés de um aumento da resistência, também pode ser causado o contrário, pelo que atue tornando quebradiça ou prejudique a capacidade de estiramento do fio. No caso de elementos do

20 segundo grupo principal como, por exemplo, cálcio, com a concentração da adição crescente pode ser obtido um aumento da resistência. Relacionadas com isso estão as propriedades negativas de formação de esferas, a chamada "formação de covas", durante a produção de Loop.

A tarefa da presente invenção consiste em preparar ligas de ouro

25 ro com resistência bem aperfeiçoada, nas quais as outras propriedades vantajosas do outro, em particular, o caráter nobre e a alta condutibilidade, em essência, permaneçam mantidas.

Para a solução dessa tarefa, o ouro é ligado na faixa de ppm com, pelo menos, um dos lantanídeos itérbio ou európio, sem precisar acei-

30 tar simultaneamente as propriedades negativas de formação de esferas ("formação de covas"), durante a produção de Loop. Para isso, a liga de ouro é executada como cristal misto homogêneo, isto é, são evitadas fases

adicionais, em particular, baseadas em európio ou itérbio.

A introdução de európio ou itérbio no ouro por meio de pré-liga isenta de ouro, em particular, junto com cálcio, possibilita ligas de ouro homogêneas com esses lantanídeos. Por sua vez, com isso é possibilitado
5 preparar ligas de ouro contendo acima de 99% em peso, em particular, acima de 99,9% em peso, cujas propriedades físicas e mecânicas são particularmente apropriadas para o emprego como fio de ligação.

Neste caso, é decisivo obter a distribuição homogênea, não possível até o momento, de európio ou itérbio como elementos de adição no
10 outro através de pré-ligas homogêneas de elementos de adição, em particular, de cálcio e de európio ou itérbio. Em oposição a todos os outros lantanídeos, o európio e o itérbio mostram uma completa solubilidade em cálcio, de acordo com H. Okamoto and T. B. Massalski, Binary Alloys Phase Diagrams, Metal Park, Ohio, 44073, 1987. Têm-se comprovado as pré-ligas binárias de
15 cálcio e európio, bem como, de cálcio e itérbio.

De acordo com a invenção, a liga de ouro é executada como cristal misto homogêneo. Até o momento inclusões inevitáveis, pelo menos, de uma outra fase, baseada em európio ou itérbio, são evitadas de acordo com a invenção. Os elementos de adição são completamente solvidos em
20 ouro, com 1 a 1000 ppm, de preferência, de 2 a 500 ppm, em particular, de 10 a 100 ppm.

Por sua vez, com isso é possibilitado fabricar barras de ouro adicionadas e fios de ligação de ouro extraídos delas com valores de resistência, que se situam nitidamente acima daqueles de fios de referência correspondentes.
25

Em execução preferida, os fios de ligação de ouro contêm, como outros suplementos de adição de 1 a 100 ppm de Cer ou de metal misto de Cer. Além disso, é preferido o emprego de 1 a 100 ppm de berila.

De acordo com C. W. Conti, Gold Bulletin, 1999, 32(2) 39 esses
30 elementos possibilitam um aumento adicional da resistência do fio de ligação, mediante a obtenção ou o aperfeiçoamento de condições de ligação mais favoráveis com respeito à formação de Loop e de esferas.

As novas qualidades do fio têm valores de resistência à tração de cerca de 290 N/mm^2 no caso do valor de comparação de alongamento à ruptura de 4% e valores de teste de Pull dos loops de fio ligados de cerca de 20 cN (com diâmetro de $30 \mu\text{m}$).

- 5 Em todos os casos é observada uma esfera queimada, (FAB - Free Air Ball) isenta de covas durante o processo de ligação. (Covas podem influenciar negativamente as propriedades de ligação entre a esfera e o substrato).

Exemplo

- 10 Fabricação de pré-ligas com base de Au com metal misto de cálcio de itérbio, de Ce e adições de Be.

- De cálcio e itérbio, em primeiro lugar, é fundida sob vácuo uma pré-liga binária, respectivamente, com partes de 50% em peso. Em seguida, essa pré-liga (I) é diluída para formar uma outra pré-liga (II) com o componente principal e, respectivamente, 0,5% em peso de cálcio e itérbio. Junto com uma outra pré-liga de ouro com suplementos de metal misto de Be e Ce, essa pré-liga II é colocada em uma fusão de ouro.
- 15

- O material inicial do fio de ligação produzido desse meio possui uma concentração de adição de 25 ppm de cálcio, 25 ppm de itérbio, 40 ppm de metal misto de Ce (Ce-M) e 5 ppm de Be.
- 20

Propriedades de Resistência

- O fio (1) estirado para $30 \mu\text{m}$ a partir do material inicial mencionado acima, depois de recozimento continua na faixa de temperatura entre 450°C e 525°C é submetido a um teste de resistência à tração, e com fios fabricados de modo correspondente com concentrações de adição variadas de Au-Ca-Yb-Ce(M)-Be₅ (2) e Au-Ca-Yb-Ce(M) (3) é comparado adicionalmente com um fio de referência padrão fabricado convencionalmente Au-Ca-Ce(M) (4).
- 25

- A figura 1 mostra uma resistência à tração claramente aumentada em 4% de alongamento à ruptura dos fios de ligação (1) até (3) fabricados de acordo com o novo processo, em relação ao fio de referência (4).
- 30

No primeiro caso, a resistência à tração se situa em cerca de

290 N/mm², e no ultimo caso, em 260 N/mm².

Propriedades de Ligação

Fios recozidos a 4% são submetidos a um processo de ligação de Ball-Wedge de acordo com ASTM, 100 Barr, Harbor Drive, West Conshohocken, Pennsylvania 19428-2959 e G. G. Harman "Wire Bonding in Microelectronics" McGraw-Hill 1007, páginas 67ff. A qualidade da capacidade de ligação e a estabilidade de Loops são testadas através do chamado teste de tração ou gancho de acordo com MIL STD 883F, Microcircuits, Method 2011.7. A figura 2 mostra forças de tração claramente aumentadas dos fios (1) até (3) fabricados de acordo com o novo processo, em relação ao fio de referência (4).

No primeiro caso, as forças de tração se situam entre 17 e 22 cN (no exemplo do fio de ligação (1) em 22 cN) em relação a 16 cN no caso do fio de referência (4). Além disso, os novos fios mostram uma cota nitidamente reduzida do modo de Heel-Break desfavorável, que reduz bastante a confiabilidade da ligação de liga. No caso do fio (1) do exemplo, ela é cerca de 32% e no caso do fio de referência de acordo com (4) é de 97%.

REIVINDICAÇÕES

1. Liga de ouro, contendo 99% em peso, em particular, 99,9% em peso de ouro e de 1 a 1000 ppm, em particular, de 10 a 100 ppm de cálcio, e de 1 a 1000 ppm, em particular, de 10 a 100 ppm de itérbio ou de európio, ou uma mistura de itérbio e európio, caracterizada pelo fato de que a
5 liga de ouro é executada como cristal misto homogêneo.

2. Processo para a fabricação de uma liga de ouro homogênea, de uma fase, contendo európio e/ou itérbio, caracterizado pelo fato de que európio ou itérbio, ou európio e itérbio como pré-liga homogênea, constituí-
10 da exclusivamente de elementos de adição, é solvida em ouro.

3. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a pré-liga homogênea é uma pré-liga de cálcio.

4. Fio de ligação dotado de cálcio, contendo 99,9% em peso de ouro e de 1 a 1000 ppm, em particular, de 10 a 100 ppm de cálcio, e de 1 a
15 1000 ppm, em particular, de 10 a 100 ppm de itérbio ou de európio, ou uma mistura de itérbio e európio, caracterizada pelo fato de que, a liga de ouro é executada como cristal misto homogêneo.

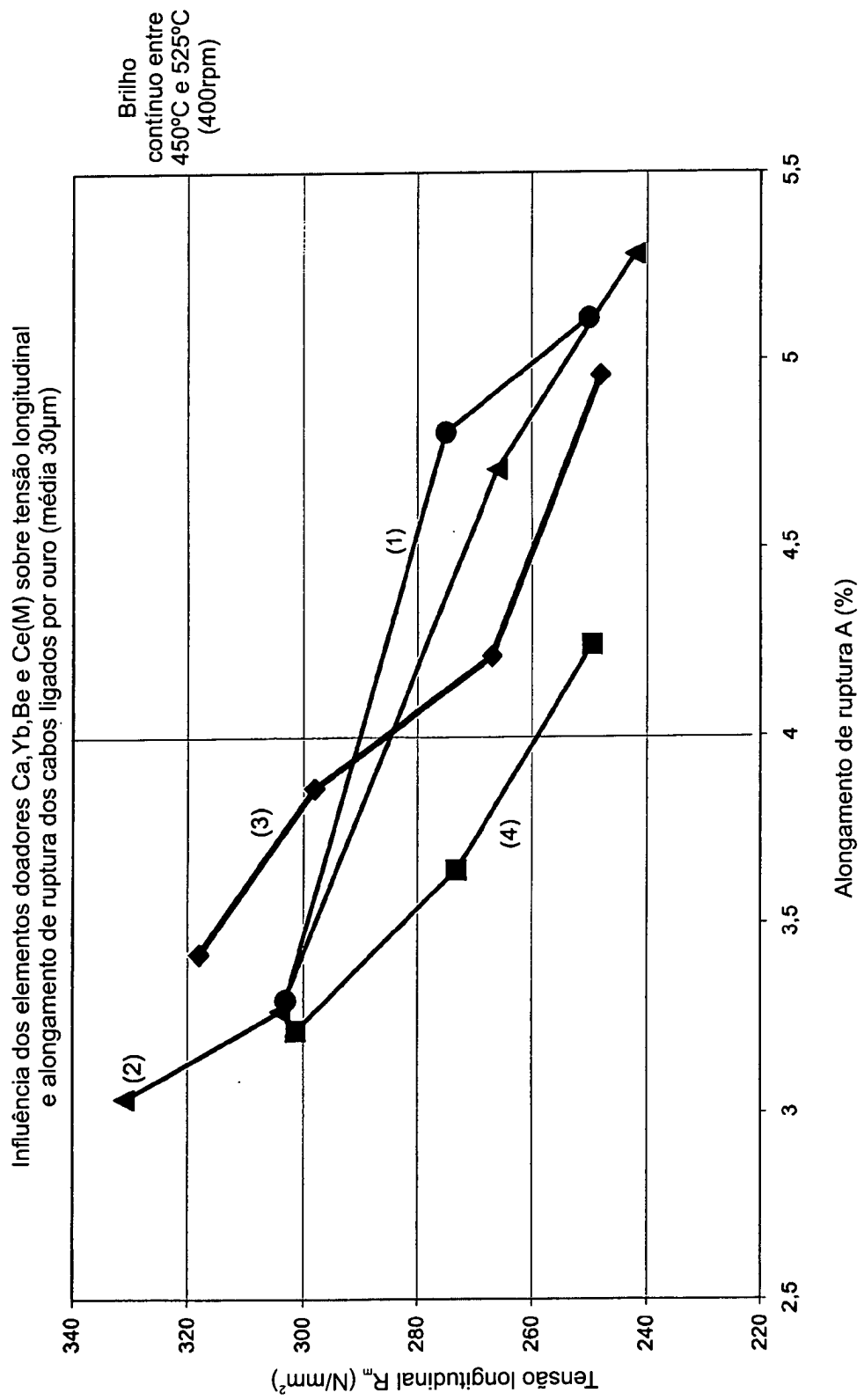


Fig.1

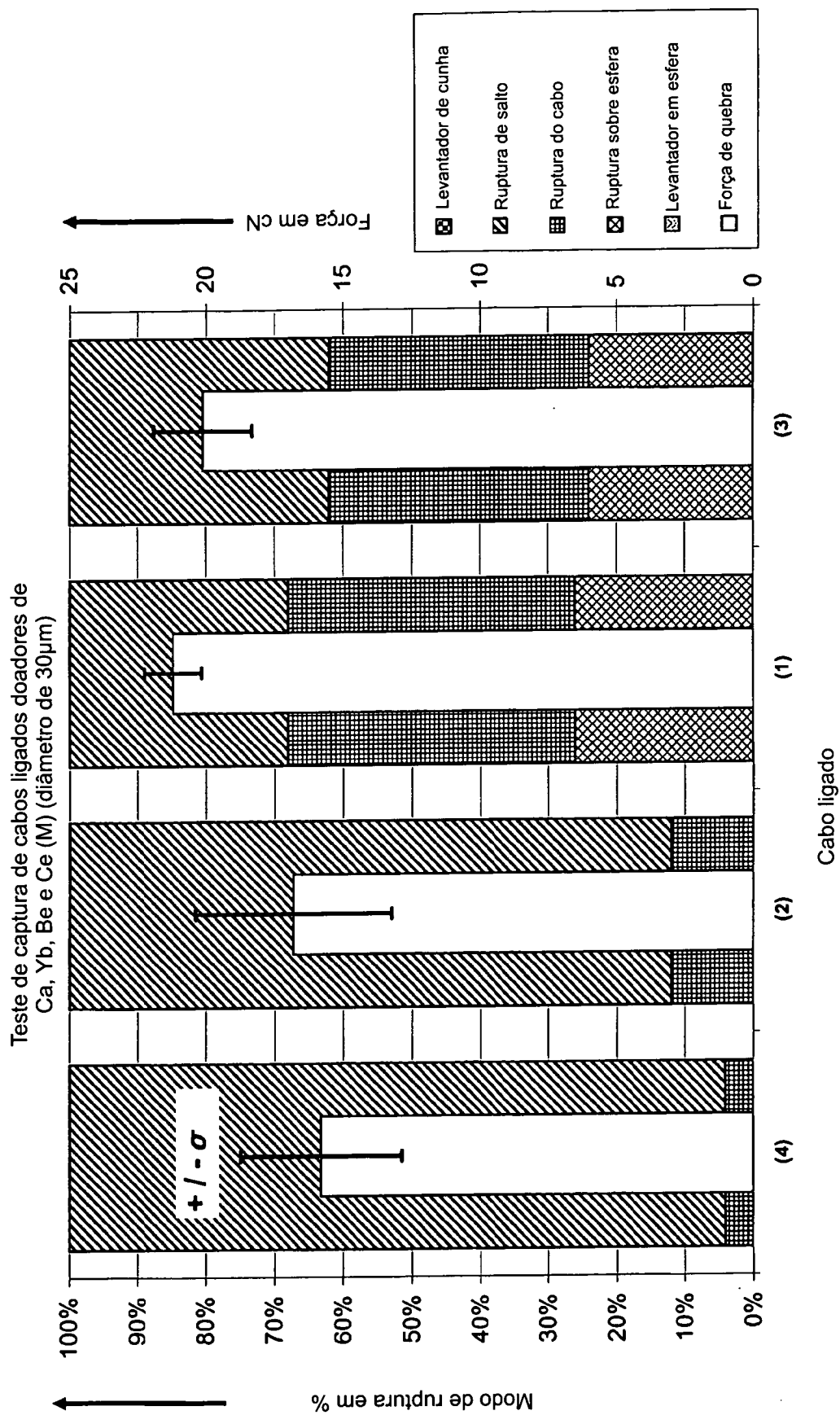


Fig.2

RESUMO

Patente de Invenção: **"FIO DE LIGAÇÃO"**.

5 A presente invenção refere-se a uma liga de ouro contendo 99% em peso, em particular, 99,9% em peso de ouro e de 1 a 1000 ppm, em particular, de 10 a 100 ppm de cálcio, e de 1 a 1000 ppm, em particular, de 10 a 100 ppm de itérbio ou de európio, ou uma mistura de itérbio e európio, bem como, a um processo para a fabricação de uma liga de ouro homogênea contendo európio e/ou itérbio.