

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2007.02.13	(73) Titular(es): HERAEUS MATERIALS TECHNOLOGY GMBH & CO. KG HERAEUSSTRASSE 12-14 63450 HANAU DE
(30) Prioridade(s): 2006.02.13 DE 102006006782	
(43) Data de publicação do pedido: 2008.11.05	(72) Inventor(es): ALBRECHT BISCHOFF DE LUTZ SCHRAEPLER DE HOLGER ZINGG DE
(45) Data e BPI da concessão: 2011.08.31 240/2011	(74) Mandatário: MANUEL ANTÓNIO DURÃES DA CONCEIÇÃO ROCHA AV LIBERDADE, Nº. 69 - 3º D 1250-148 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE UMA LIGA DE OURO**

(57) Resumo:

A PRESENTE INVENÇÃO REFERE-SE A UMA LIGA DE OURO CONTENDO 99 % EM PESO, EM ESPECIAL 99,9 % EM PESO DE OURO E 1 A 1000 PPM, EM ESPECIAL 10 A 100 PPM DE CÁLCIO E 1 A 1000 PPM, EM ESPECIAL 10 A 100 PPM DE ITÉRBIO OU EURÓPIO OU UMA MISTURA DE ITÉRBIO OU EURÓPIO, ASSIM COMO UM PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE UMA LIGA DE OURO HOMOGÉNEA CONTENDO EURÓPIO E/OU ITÉRBIO.

RESUMO**"PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE UMA LIGA DE OURO"**

A presente invenção refere-se a uma liga de ouro contendo 99 % em peso, em especial 99,9 % em peso de ouro e 1 a 1000 ppm, em especial 10 a 100 ppm de cálcio e 1 a 1000 ppm, em especial 10 a 100 ppm de itérbio ou európio ou uma mistura de itérbio ou európio, assim como um processo para a preparação de uma liga de ouro homogénea contendo európio e/ou itérbio.

DESCRIÇÃO

"PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE UMA LIGA DE OURO"

A presente invenção refere-se a um processo para a preparação de uma liga de ouro homogênea de elevada robustez contendo cálcio.

No âmbito da constante miniaturização dos componentes semicondutores e do esforço constante relacionado no sentido da diminuição do diâmetro do fio de ligação de ouro, existem cada vez mais exigências quanto à robustez do fio e a maior fiabilidade das ligações efectuadas com este fio (*Loops*). Por exemplo, são conhecidas as dopagens com elementos do segundo grupo principal da tabela periódica (metais alcalino-terrosos), como por exemplo com berílio e cálcio, segundo C. W. Conti, *Gold Bulletin*, 1999, 32(2) 39 ou Yuantao Ning, *Gold Bulletin*, 2001, 34(3) 77. São igualmente empregues lantanóides, como por exemplo o európio e o itérbio, como elementos dopantes. Os lantanóides são problemáticos no que toca à solubilidade na matriz de ouro. A fraca solubilidade dos lantanóides na matriz de ouro provoca irregularidades e, nos casos mais graves, precipitados grosseiros no fio de ouro, em especial no caso do európio e do itérbio. Em vez de um aumento da robustez pode ocorrer o contrário, provocando os dopantes um efeito fragilizante ou impedindo a ductilidade do fio. No caso dos elementos do segundo grupo principal, como por exemplo o cálcio, é possível alcançar um aumento da robustez com um aumento da concentração de dopante. Em

consequência, verifica-se a formação de esferas, designada "dimple forming" durante a produção do *Loop*. A EP 822 264 divulga um processo para a preparação de uma liga de ouro que contém cálcio.

O objecto da presente invenção consiste assim na preparação de ligas de ouro com uma robustez melhorada, mantendo no essencial as restantes características vantajosas do ouro, em especial a preciosidade deste e a elevada condutividade.

A solução encontra-se apresentada na reivindicação.

Para solucionar esta questão, procede-se à formação da liga de ouro, ao nível de ppm, com pelo menos um lantanídeo itérbio ou európio, sem necessidade de passar simultaneamente pela formação de esferas durante a produção do *Loop*. Para tal, a liga de ouro é constituída por cristais mistos homogéneos, isto é são evitadas fases adicionais, em especial à base de európio ou de itérbio.

A incorporação do európio ou do itérbio no ouro por meio de um processo de pré-liga isento de ouro com cálcio, permite a realização de uma liga de ouro homogénea com estes lantanóides. Deste modo possibilita-se a preparação de uma liga de ouro com mais de 99 % em peso, em especial mais de 99,9 % em peso de ouro, com propriedades físicas e mecânicas no âmbito de fios de ligação especialmente favoráveis.

Neste contexto, é decisivo conseguir uma distribuição homogénea do európio e do itérbio, até hoje impossível de conseguir, como elementos dopantes no ouro, por meio de um processo de pré-liga homogéneo de cálcio e európio ou itérbio. Ao contrário de todos os outros lantanóides, o

europio e o itérbio possuem uma solubilidade total em cálcio, segundo H. Okamoto e T. B. Massalski, *Binary Alloys Phase Diagrams*, Metal Park, Ohio, 44073, 1987. Destacaram-se pré-ligas binárias de cálcio e europio, bem como de cálcio e itérbio.

Deste modo concretiza-se a formação de liga de ouro como um cristal misto homogêneo. A inclusão, até hoje inevitável, de pelo menos mais uma fase à base de europio ou itérbio, torna-se dispensável de acordo com a presente invenção. Os elementos dopantes são completamente dissolvidos em ouro com 1 a 1000 ppm, de preferência 2 a 500 ppm, em especial 10 a 100 ppm.

Deste modo possibilita-se a elaboração de fios de ouro dopados e os respectivos fios de ligação de ouro com índices de resistência mecânica nitidamente acima dos fios de referência.

Na forma de realização preferida, o fio de ligação de ouro contém como dopante adicional 1 a 100 ppm de cério ou metal misto de cério. É também preferida a utilização de 1 a 10 ppm de berílio.

Estes elementos possibilitam, segundo C. W. Conti, *Gold Bulletin*, 1999, 32(2) 39, um aumento adicional da robustez do fio de ligação, mantendo ou melhorando as condições de ligação favoráveis no que respeita a formação de *Loop* e de esferas.

Estas novas qualidades de fio possuem índices de resistência à tracção de aproximadamente 290 N/mm² a um valor no alongamento de ruptura comparativo de 4 % e um valor no ensaio de tracção do *Loop* de fio conectado de aproximadamente 20 cN (com 30 µm de diâmetro).

Em todos os casos, observa-se uma esfera flamejada isenta de esferas (FAB - Free Air Ball) durante o processo de ligação. (As esferas podem afectar negativamente as características da união entre as esferas e o substrato).

Exemplo

Preparação de pré-ligas à base de metais mistos de cálcio, itérbio, Ce e dopagem com Be.

A partir do cálcio e do itérbio funde-se em primeiro lugar, sob vácuo, uma pré-liga homogénea, binária com 50 % em peso. Esta pré-liga (I) é depois diluída tornando-se uma segunda pré-liga (II) com ouro como componente principal e 0,5 % em peso de cálcio e itérbio. Conjuntamente com uma outra pré-liga de ouro com adição de metais mistos de Be e Ce, esta pré-liga II é incorporada em ouro fundido.

A matéria-prima para produção de fio de ligação produzida deste modo possui uma concentração de dopagem de 25 ppm de cálcio, 25 ppm de itérbio, 40 ppm de metal misto de Ce (Ce-M) e 5 ppm de Be.

Resistência mecânica

O fio (1) estirado a partir da matéria-prima referida anteriormente até atingir 30 μm foi submetido a um ensaio de resistência à tracção após recozimento constante entre 450°C e 525°C e foi comparado com os fios elaborados de modo correspondente, com concentrações de dopagem Au-Ca-Yb-Ce(M)-Be₅ (2) e Au-Ca-Yb-Ce(M) (3) variadas e ainda com fio de referência Au-Ca-Ce(M) (4) normalizado elaborado de modo convencional.

A figura 1 mostra uma resistência mecânica claramente mais elevada a um alongamento à ruptura de 4 % para o fio

de ligação (1) a (3) produzido segundo o novo processo relativamente, comparativamente com o fio de referência (4).

No primeiro caso, a resistência à tracção situa-se a aproximadamente 290 N/mm^2 e no último caso situa-se a 260 N/mm^2 .

Características de ligação

Fios recozidos a 4 % foram submetidos a um processo *Ball-Wedge-Bond* de acordo com a norma ASTM 100 Barr, Harbor Drive, West Conshohocken, Pensilvania 19428-2959 e G.G. Harman "Wire Bonding in Microelectronics" McGraw-Hill 1997, páginas 67ss. A qualidade da capacidade de ligação ou a estabilidade dos *Loops* foram testadas com os ensaios denominados de tracção e de gancho segundo MIL STD 883F, Microcircuits, Method 2011.7. A figura 2 mostra uma resistência claramente mais elevada à tracção para o fio (1) a (3) produzido segundo o novo processo relativamente ao fio de referência (4).

No primeiro caso, as resistências à tracção situam-se entre 17 e 22 cN (no caso do fio de ligação (1) a 22 cN) relativamente a 16 cN com o fio de referência (4). Os novos fio apresentam ainda uma percentagem claramente menor do módulo de ruptura na base da ligação desfavorável, que afecta fortemente a fiabilidade da ligação. No caso do fio (1) do exemplo é de cerca 32 % e no caso do fio de referência de acordo com (4) é 97%.

REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO

A presente listagem de referências citadas pela requerente é apresentada meramente por razões de conveniência para o leitor. Não faz parte da patente de invenção europeia. Embora se tenha tomado todo o cuidado durante a compilação das referências, não é possível excluir a existência de erros ou omissões, pelos quais o EPO não assume nenhuma responsabilidade.

Patentes de invenção citadas na descrição

- EP 822264 A [0002]

Literatura não relacionada com patentes, citada na descrição

- C. W. Conti. Gold Bulletin, 1999, vol. 32 (2), 39 [0002]
[0011]
- Yuantao Ning. Gold Bulletin, 2001, vol. 34 (3), 77 [0002]
- H. Okamoto ; T. B. Massalski. Binary Alloys Phase Diagrams. Metal Park, 1987, 44073 [0007]
- Barr. Harbor Drive. West Conshohocken, 19428-2959 [0020]
- G.G. Harman. Wire Bonding in Microelectronics. Mc- Graw-Hill, 1997, 67ff [0020]

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a preparação de uma liga homogénea de ouro que contém cálcio, európio e/ou itérbio, caracterizado por se dissolver uma pré-liga isenta de ouro (i), constituída por cálcio e (ii) európio e/ou itérbio em ouro.

Influência dos elementos dopantes Ca, Yb, Be e Ce(M) quanto à resistência e dilatação dos fios de ligação de ouro (diâmetro 30 μm)

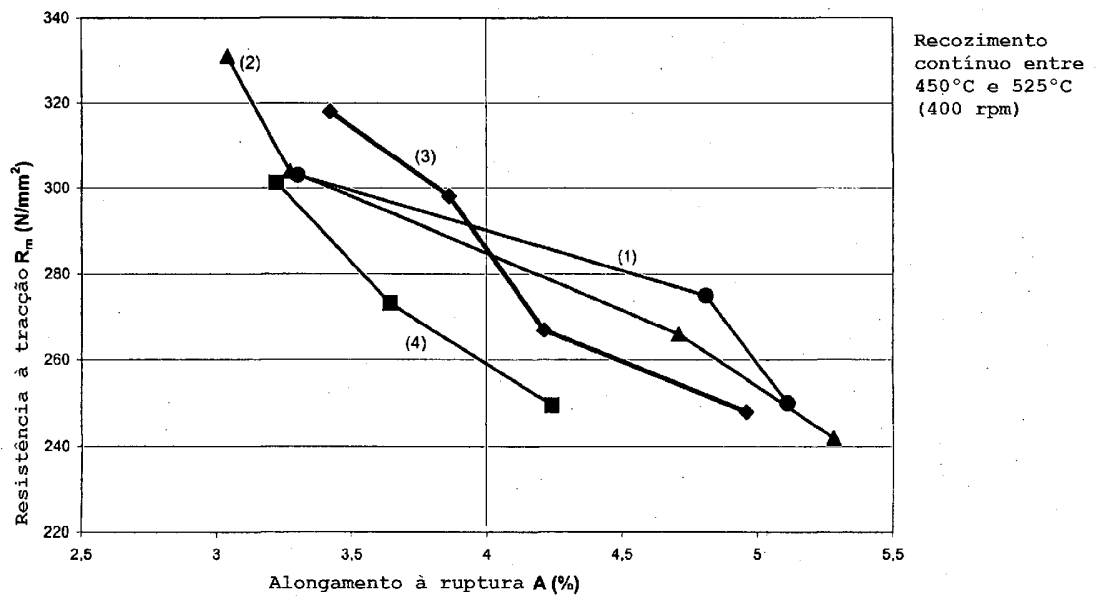


Figura 1

Resistência de fios dopados com Ca, Yb, Be e Ce(M) (diâmetro 30 μm)

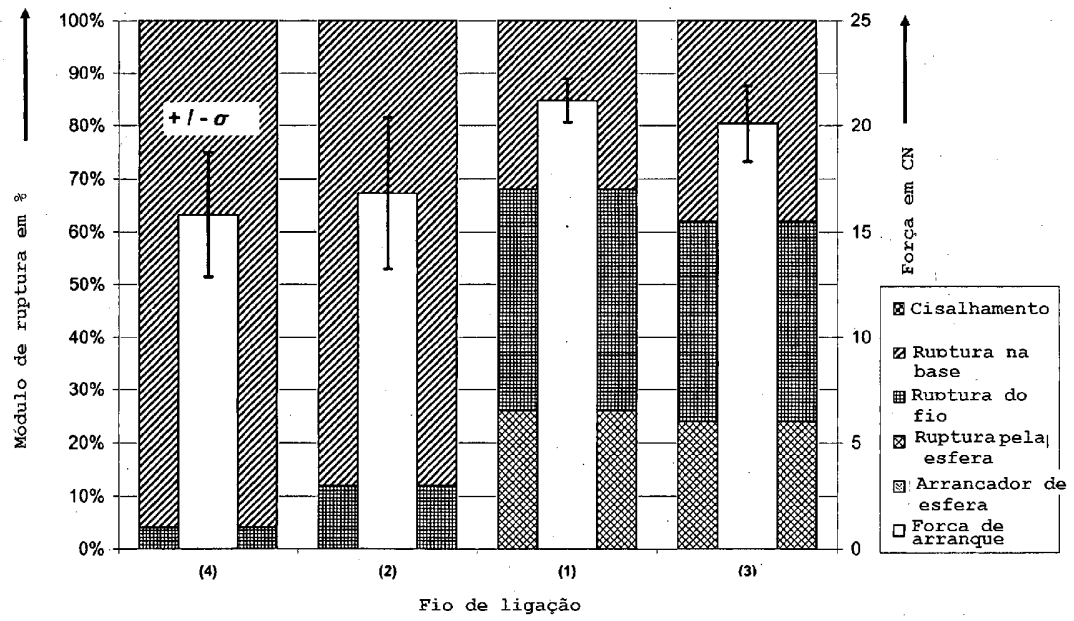


Figura 2