



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

(11) **PI 0518780-0 B1**

(22) Data de Depósito: 01/12/2005
(45) Data da Concessão: 11/12/2012
(RPI 2188)



(51) *Int.Cl.:*
B23K 35/26
C22C 13/00

(54) Título: **LIGA, E, JUNTA SOLDADA.**

(30) Prioridade Unionista: 01/12/2004 GB 0426383.6, 24/08/2005 US 60/710,915

(73) Titular(es): Alpha Fry Limited

(72) Inventor(es): Anthony Ingham, Bawa Singh, Brian Lewis, Gerard Campbell, John Laughlin, Ranjit Pandher

“LIGA, E, JUNTA SOLDADA”

A presente invenção diz respeito a uma liga e, em particular, uma liga de solda sem chumbo. A liga é particularmente, embora não exclusivamente, adequada para uso em aplicações de soldagem eletrônica, tais como soldagem por ondas, soldagem por refusão, nivelamento com ar quente e arranjo de grade de esfera e pacotes de escala de chip.

Por motivos ambientais, existe uma demanda crescente de uso de ligas sem chumbo em substituição a ligas convencionais com chumbo. Muitas ligas de solda convencionais são baseadas na composição eutética de estanho-cobre, Sn - 0,7% em peso de Cu. EP-UM-O 336 575 descreve uma composição de liga de baixa toxicidade para união e selagem e, em particular, uma liga sem chumbo para uso como uma solda de encanamentos.

Soldagem por ondas (ou soldagem com fusão) é um método amplamente usado de soldagem em grande escala montagens eletrônicas. Ela pode ser usada, por exemplo, for circuito impresso com furos, onde a placa passa sobre uma onda de solda fundida, que recobre a base da placa para molhar as superfícies de metal a ser unidas.

Um outro processo de soldagem envolve mergulhar placas de circuito impresso em solda fundida a fim de revestir as terminações de cobre com uma camada protetora soldável. Este processo é conhecido como nivelamento com ar quente.

Uma junta de arranjo de grade de esfera ou pacote de escala de chip é montada tipicamente com esferas de solda entre dois substratos. Arranjos dessas uniões são usados para montar chips em placas de circuitos.

US 2002/0051728 diz respeito a uma esfera de solda para uso em uma conexão com ressaltos em um dispositivo semicondutor. Composições de liga de solda com chumbo e sem chumbo são descritas. É provido um exemplo de uma liga de solda sem chumbo com a composição Sn-2,5Ag-

0,5Cu-1Bi.

Entretanto, problemas são associados com algumas composições de solda eutéticas ou próximas a eutéticas sem chumbo convencionais quando usadas em soldagem por ondas, soldagem por refusão, processos de nivelamento com ar quente e circuitos com contatos de esferas dispostas em um arranjo. Em particular, ligas de solda convencionais em soldagem por ondas geralmente exigem altas temperaturas operacionais a fim de se obterem resultados de soldagem adequados sem falhas substanciais na placa, tais como formação de membranas e uniões da solda entre as terminações de componentes. As altas temperaturas usadas aumentam a taxa de formação de defeitos e a probabilidade de empeno excessivo da placa de circuito impresso.

Existem inúmeras exigências para uma liga de solda ser adequada para uso em processos de soldagem por ondas, soldagem por refusão, nivelamento com ar quente e arranjo de grade de esfera. Primeiramente, a liga tem que apresentar boas características de umectabilidade em relação a uma variedade de materiais de substrato, tais como cobre, níquel, níquel fósforo ("níquel químico"). Tais substratos podem ser revestidos para melhorar a umectabilidade, por exemplo, usando revestimentos de ligas de estanho, ouro ou orgânicos (OSP). Molhagem com ouro também melhora a capacidade de a solda fundida escoar para uma folga capilar, e subir pelas paredes de um furo metalizado em uma placa de circuito impresso para obter assim bom enchimento de ouro no furo.

Ligas de solda tendem dissolver o substrato e formar um composto intermetálico na interface com o substrato. Por exemplo, estanho na liga de solda pode reagir com o substrato na interface para formar uma camada de composto intermetálico. Se o substrato for cobre, então uma camada de Cu_6Sn_5 será formada. Uma camada como essa tipicamente tem uma espessura de uma fração de um micro até alguns microns. Na interface

desta camada e o substrato de cobre, um composto intermetálico de Cu_3Sn pode estar presente. As camadas intermetálicas de interface tenderão crescer durante o envelhecimento, particularmente onde o serviço é a temperaturas mais altas, e as camadas intermetálicas mais espessas, juntamente com
5 quaisquer vazios que possam ter desenvolvido, pode contribuir adicionalmente para fratura prematura de uma junta tensionada.

Outros fatores importantes são: (i) a presença de intermetálicos na própria liga, que resulta em melhores propriedades mecânicas; (ii) resistência a oxidação que é importante em esferas de solda onde deterioração
10 durante o armazenamento ou durante repetidas fusões pode fazer com que o desempenho da solda fique abaixo do ideal; (iii) taxa de defeitos; e (iv) estabilidade da liga. Essas últimas considerações são importantes para aplicações onde a liga é mantida em um tanque ou banho por períodos de tempo prolongados.

15 A presente invenção visa abordar pelo menos alguns dos problemas associados com a tecnologia anterior e fornecer uma melhor liga de solda. Dessa maneira, a presente invenção fornece uma liga adequada para uso em um processo de solda por onda, um processo de soldagem por refusão, processo de nivelamento com ar quente, em um arranjo de grade de esfera ou
20 pacote de escala de chip, a liga compreendendo:

- de 0,08 - 3% em peso de bismuto,
- de 0,15 - 1,5% em peso de cobre,
- de 0,1 - 1,5% em peso de prata,
- de 0 - 0,1% em peso de fósforo,
- 25 de 0 - 0,1% em peso de germânio,
- de 0 - 0,1% em peso de gálio,
- de 0 - 0,3% em peso de um ou mais elementos de terra rara,
- de 0 - 0,3% em peso de índio,
- de 0 - 0,3% em peso de magnésio,

de 0 - 0,3% em peso de cálcio,
de 0 - 0,3% em peso de silício,
de 0 - 0,3% em peso de alumínio,
de 0 - 0,3% em peso de zinco, e

5 pelo menos um dos elementos seguintes:

de 0,02 - 0,3% em peso de níquel,
de 0,008 - 0,2% em peso de manganês,
de 0,01 - 0,3% em peso de cobalto,
de 0,01 - 0,3% em peso de cromo,
10 de 0,02 - 0,3% em peso de ferro,
de 0,008 - 0,1% em peso de zircônio,

e o estanho para equilíbrio, juntamente com impurezas inevitáveis.

A presente invenção será agora descrita com detalhes. Nas
passagens seguintes, diferentes aspectos da invenção são definidos com mais
15 detalhes. Cada aspecto assim definido pode ser combinado com qualquer
outro aspecto ou aspectos indicados como preferidos ou vantajosos.

A presença de bismuto proporciona endurecimento da liga por
meio da sua presença em solução sólida a baixos níveis de concentração, e
como partículas ricas em bismuto ou intermetálicos contendo bismuto a níveis
20 mais altos. Sua presença melhora as propriedades mecânicas da liga de solda
para a aplicação em questão, isto é, soldagem por ondas, soldagem por
refusão, nivelamento com ar quente, arranjo de grade de esfera e pacotes de
escala de chip. O teor de bismuto também contribui para redução da taxa de
crescimento de intermetálicos Cu-Snb na interface que leva a melhores
25 propriedades mecânicas das juntas soldadas feitas usando as ligas. Por este
motivo, a liga de acordo com a presente invenção preferivelmente
compreende de 0,08 a 1% em peso de Bi, mais preferivelmente 0,08 a 0,5%
em peso de Bi, ainda mais preferivelmente de 0,08 a 0,3% em peso de Bi,
ainda mais preferivelmente de 0,08 a 0,2% em peso de Bi. Um limite inferior

usado é considerado 0,08% em peso e, por este motivo, o limite inferior em relação ao bismuto é tipicamente 0,1% em peso, mais tipicamente 0,12% em peso ou 0,14% em peso. Entretanto, o teor de bismuto em uma liga não excede 3% em peso. Níveis mais altos de bismuto abaixam o ponto de fusão e reduzem a ductilidade da liga, por exemplo, tornando a fabricação em arame muito mais difícil. Por esses motivos, o teor de bismuto da liga preferivelmente não excede 1% em peso, mais preferivelmente não excede 0,5% em peso, mais preferivelmente não excede 0,4% em peso, ainda mais preferivelmente não excede 0,3% em peso. Em vista do exposto, em uma modalidade preferida, a presente invenção fornece uma liga da maneira aqui descrita e que contém de 0,10 - 0,3% em peso de Bi, mais preferivelmente 0,12 - 0,3% em peso de Bi.

A liga preferivelmente compreende de 0,15 a 1% em peso de Cu, mais preferivelmente de 0,5 a 0,9% em peso de Cu, ainda mais preferivelmente de 0,6 a 0,8% em peso de Cu.

A liga preferivelmente compreende de 0,1 a 1,3% em peso de Ag, mais preferivelmente de 0,1 a 1% em peso de Ag, ainda mais preferivelmente de 0,1 a 0,5% em peso de Ag, ainda mais preferivelmente de 0,1 a 0,4% em peso de Ag, ainda mais preferivelmente de 0,2 a 0,4% em peso de Ag. Em combinação com os outros elementos de liga, observou-se que um teor de prata nessas faixas fornece uma liga com as propriedades necessárias para as aplicações em questão. Além disso, observou-se que ligas fundidas com menor teor de prata têm a vantagem de produzir menores taxas de dissolução de cobre. Por este motivo, o teor de prata na liga preferivelmente não excede 1,1% em peso, mais preferivelmente não excede 0,5% em peso, ainda mais preferivelmente não excede 0,4% em peso.

Cobre forma um eutético com estanho, abaixando o ponto de fusão e aumentando a resistência da liga. Um teor de cobre na faixa hipereutética aumenta a temperatura *liquidus*, mas melhora ainda mais a

resistência da liga. Prata abaixa adicionalmente o ponto de fusão e melhora as propriedades de umectabilidade da solda no cobre e outros substratos. Bismuto também melhora a resistência da liga e, dependendo da concentração escolhidas, reduzirá o ponto de fusão ainda mais.

- 5 A liga preferivelmente compreende de 0,02 - 0,2% em peso de pelo menos um de níquel, cobalto, ferro e cromo, mais preferivelmente de 0,02 - 0,1% em peso de pelo menos um de níquel, cobalto, ferro e cromo.

Se presente, a liga preferivelmente compreende de 0,005 - 0,3% em peso de magnésio. Melhores propriedades podem ser obtidas pela presença de 0,02 - 0,3% em peso de Fe em conjunto com 0,005 - 0,3% em peso de magnésio.

Se presente, a liga preferivelmente compreende de 0,01 - 0,15% em peso de manganês, mais preferivelmente de 0,02 - 0,1% em peso de manganês.

- 15 Níquel, cobalto, cromo, manganês e zircônio podem agir como modificadores de crescimento e refinadores de grão do composto intermetálico. Por exemplo, embora não querendo ficar preso pela teoria, acredita-se que níquel forme um intermetálico com estanho e substitua o cobre para formar um intermetálico CuNiSn. Níquel pode também formar um
- 0 intermetálico com bismuto. A presença de níquel na liga foi considerada ter um efeito vantajoso em que ele reduz a taxa de dissolução das camadas de cobre delgadas em placas de circuito impresso. Em alguns casos, onde existe grandes áreas de cobre descoberto que são molhadas pela solda, este atributo é providencial para manter a estabilidade da composição do material de solda
- 25 e impedir constituição indevida do nível de cobre. Isto tem valor particular, por exemplo, em nivelamento de solda com ar quente, uma vez que o potencial de problemas que são causados pela mudança na composição do banho de solda (por exemplo, um aumento no nível de cobre) é reduzido. Por esses motivos, a liga de acordo com a presente invenção preferivelmente

compreende pelo menos 0,03% em peso de Ni, por exemplo de 0,03% em peso de a 0,3% em peso de Ni.

Se as condições de serviço limitarem a temperatura máxima, e existir uma necessidade de a liga fundida ter boas propriedades de escoamento pelos furos ou nas folgas capilares, então é vantajoso que o nível de níquel não exceda 0,1% em peso, mais preferivelmente que não exceda 0,06% em peso. Dessa maneira, em uma modalidade preferida, a presente invenção fornece uma liga tal como aqui descrita e que contém de 0,03 - 0,1% em peso de Ni, mais preferivelmente de 0,03 - 0,06% em peso de Ni.

Por outro lado, no caso em que são desejáveis máximos efeitos de refino de grão e resistência e podem ser acomodados por maiores temperaturas operacionais, então a liga preferivelmente contém pelo menos 0,05% em peso de Ni, mais preferivelmente pelo menos 0,07% em peso de Ni, ainda mais preferivelmente pelo menos 0,1% em peso de Ni. Dessa maneira, em uma outra modalidade preferida, a presente invenção fornece uma liga tal como aqui descrita e que contém de 0,05 - 0,3% em peso de Ni, mais preferivelmente de 0,07 - 0,3% em peso de Ni, ainda mais preferivelmente de 0,1 - 0,3% em peso de Ni.

Além disso, a presença de níquel na liga com baixo teor de prata e bismuto fornece um maior benefício prático na melhoria da resistência à assim chamada falha por "impacto por queda" (fratura frágil) de em um arranjo de grade de esfera ou pacote de escala de chip feita com essas soldas na forma de uma esfera, ou uma pasta de solda. Acredita-se que este benefício seja derivado de uma menor taxa de crescimento dos intermetálicos na interface da solda e substrato pelo envelhecimento térmico que ocorre durante o serviço. Observou-se que as taxas de crescimento dos intermetálicos da interface cobre – solda são menos do que nas ligas sem níquel do sistema Sn-Ag-Cu-Bi.

Acredita-se que ferro tenha um efeito similar ao níquel, e os

comentários apresentados com relação ao níquel são portanto também aplicáveis ao ferro. Pelos motivos apresentados, a liga preferivelmente compreende pelo menos 0,03% em peso de Fe, por exemplo de 0,03% em peso de a 0,3% em peso de Fe.

5 Manganês, cobalto e cromo têm cada qual baixa solubilidade no estanho e acredita-se também que formem intermetálicos com cobre e estanho. Cromo tem uma certa solubilidade no cobre e portanto tem o potencial de substituir o cobre em intermetálicos Cu-Sn da mesma maneira que o níquel. A presença dos intermetálicos afeta a microestrutura
10 desenvolvida no resfriamento da liga do estado fundido até o estado sólido. Uma estrutura de granulação mais fina é observada, que beneficia ainda mais a aparência e resistência da liga.

Foi também observado que cobalto reduz a taxa de dissolução de cobre e abaixa a velocidade de formação de intermetálicos na interface,
15 embora não tendo efeito adverso na velocidade de umectação da solda. Por este motivo, a liga preferivelmente compreende pelo menos 0,02% em peso de Co, mais preferivelmente pelo menos 0,05% em peso de Co, mais preferivelmente pelo menos 0,07% em peso de Co, ainda mais preferivelmente pelo menos 0,1% em peso de Co. Entretanto, se as condições
20 de serviço limitarem a temperatura máxima, e houver uma necessidade de a liga fundida ter boas propriedades de escoamento pelos furos ou nas folgas capilares, então pode ser preferível que o nível de cobalto não exceda 0,1% em peso, mais preferivelmente que não exceda 0,07% em peso. Dessa maneira, em uma modalidade preferida, a presente invenção fornece uma liga
25 tal como aqui descrita e que contém de 0,02 - 0,07% em peso de Co, mais preferivelmente de 0,02 - 0,05% em peso de Co. A presença de Co fornece um benefício similar ao do Ni quando ele é usado na composição em combinação com outros elementos da invenção como uma solda em arranjo de grade de esfera e pacote de escala de chip. A resistência a falha por

impacto na queda é melhorada.

Observou-se também que cromo endurece a liga. Dessa maneira, para certas aplicações onde é desejável evitar uma liga frágil, é preferível que o teor de cromo na liga não exceda 0,2% em peso, mais preferivelmente que o teor de cromo não exceda 0,1% em peso. Uma faixa preferida é de 0,02 a 0,1% em peso de Cr, mais preferivelmente de 0,02 a 0,08% em peso de Cr, ainda mais preferivelmente de 0,02 a 0,06% em peso de Cr.

Os presentes inventores observaram também que a presença de cromo na liga tem um benefício considerável na capacidade de redução da taxa de oxidação de esferas da solda. Dessa maneira, para certas aplicações, pode ser preferível que a liga compreenda pelo menos 0,02% em peso de Cr, preferivelmente pelo menos 0,05% em peso de Cr, mais preferivelmente pelo menos 0,06% em peso de Cr, ainda mais preferivelmente pelo menos 0,07% em peso de Cr. Em uma modalidade preferida, a presente invenção fornece uma esfera de solda compreendendo uma liga tal como aqui descrita e que contém de 0,02 - 0,3% em peso de Cr, mais preferivelmente de 0,05 - 0,3% em peso de Cr, ainda mais preferivelmente de 0,07 - 0,3% em peso de Cr.

Observou-se que tanto zircônio como manganês reduzem a taxa de crescimento intermetálico da interface.

Índio, zinco e alumínio podem agir como modificadores de difusão. Observou-se que índio tem um efeito benéfico na umectação da solda. Índio abaixa o ponto de fusão da solda. Índio pode também agir para reduzir a formação de vazios na junta de solda. Índio pode também melhorar a resistência da matriz rica em Sn. Índio pode também melhorar a resistência da matriz rica em Sn. Observou-se que zinco age de uma maneira similar ao índio.

Observou-se que alumínio e magnésio alteram a forma das fases intermetálicas presente na liga massiva, provendo um benefício em

algumas aplicações de produção onde a liga tem que passar por bicos apertados sem bloqueio causado pelo acúmulo de intermetálicos não fundidos na zona de entrada do bico.

5 Fósforo, germânio e gálio podem agir para reduzir o volume de dejetos formados no topo do tanque aberto da solda, e são assim adições valiosas, por exemplo, em banhos de solda por ondas.

Se presente, a liga preferivelmente compreende até 0,05% em peso de um ou mais elementos de terra rara. O um ou mais elementos de terra rara preferivelmente compreendem dois ou mais elementos selecionados de cério, lantânio, neodímio e praseodímio.

As ligas tipicamente compreenderão pelo menos 90% em peso de estanho, preferivelmente de 94 a 99,6% de estanho, mais preferivelmente de 95 a 99% de estanho, ainda mais preferivelmente 97 a 99% de estanho.

15 Dessa maneira, a presente invenção fornece adicionalmente uma liga para uso em um processo de solda por ondas, processo de soldagem por refusão, processo de nivelamento com ar quente, em um arranjo de grade de esfera ou pacote de escala de chip, a liga compreendendo:

20 de 0,08 - 3% em peso de bismuto,
de 0,15 - 1,5% em peso de cobre,
de 0,1 - 1,5% em peso de prata,
de 95 - 99% em peso de estanho,
de 0 - 0,1% em peso de fósforo,
de 0 - 0,1% em peso de germânio,
de 0 - 0,1% em peso de gálio,
25 de 0 - 0,3% em peso de um ou mais elementos de terra rara,
de 0 - 0,3% em peso de índio,
de 0 - 0,3% em peso de magnésio,
de 0 - 0,3% em peso de cálcio,
de 0 - 0,3% em peso de silício,

de 0 - 0,3% em peso de alumínio,

de 0 - 0,3% em peso de zinco,

e pelo menos um dos elementos seguintes:

de 0,02 - 0,3% em peso de níquel,

5 de 0,008 - 0,2% em peso de manganês,

de 0,01 - 0,3% em peso de cobalto,

de 0,01 - 0,3% em peso de cromo,

de 0,02 - 0,3% em peso de ferro, e

10 de 0,008 - 0,1% em peso de zircônio,

juntamente com impurezas inevitáveis.

A ligas de acordo com a presente invenção podem consistir essencialmente dos elementos citados. Portanto, percebe-se que a adição desses elementos que são obrigatórios (isto é, Sn, Cu, Bi, Ag e pelo menos um de Ni, Co, Mn, Fe, Zr e Cr) além de outros elementos não especificados pode
15 ocorrer na composição, desde que as características essenciais da composição não sejam substancialmente afetadas pela sua presença. Dessa maneira, a presente invenção fornece ainda adicionalmente uma liga para uso em um processo de solda por ondas, processo de soldagem por refusão, processo de nivelamento com ar quente, em um arranjo de grade de esfera ou pacote de
20 escala de chip, a liga consistindo essencialmente de:

de 0,08 - 3% em peso de bismuto,

de 0,15 - 1,5% em peso de cobre,

de 0,1 - 1,5% em peso de prata,

de 95 - 99% em peso de estanho,

25 de 0 - 0,1% em peso de fósforo,

de 0 - 0,1% em peso de germânio,

de 0 - 0,1% em peso de gálio,

de 0 - 0,3% em peso de um ou mais elementos de terra rara,

de 0 - 0,3% em peso de índio,

de 0 - 0,3% em peso de magnésio,
de 0 - 0,3% em peso de cálcio,
de 0 - 0,3% em peso de silício,
de 0 - 0,3% em peso de alumínio,
de 0 - 0,3% em peso de zinco,

5

e pelo menos um dos elementos seguintes:

de 0,02 - 0,3% em peso de níquel,
de 0,008 - 0,2% em peso de manganês,
de 0,01 - 0,3% em peso de cobalto,
de 0,01 - 0,3% em peso de cromo,
de 0,02 - 0,3% em peso de ferro, e
de 0,008 - 0,1% em peso de zircônio,

10

juntamente com impurezas inevitáveis.

A presente invenção também proporciona o uso seguinte

composição de liga de solda em um arranjo de grade de esfera ou pacote de
escala de chip:

15

de 0,08 - 3% em peso de bismuto,
de 0,15 - 1,5% em peso de cobre,
de 0,1 - 1,5% em peso de prata,
de 0 - 0,1% em peso de fósforo,
de 0 - 0,1% em peso de germânio,
de 0 - 0,1% em peso de gálio,
de 0 - 0,3% em peso de um ou mais elementos de terra rara,
de 0 - 0,3% em peso de índio,
de 0 - 0,3% em peso de magnésio,
de 0 - 0,3% em peso de cálcio,
de 0 - 0,3% em peso de silício,
de 0 - 0,3% em peso de alumínio,
de 0 - 0,3% em peso de zinco,

20

25

e o estanho para equilíbrio, juntamente com impurezas inevitáveis. A presente invenção também fornece uma junta de arranjo de grade de esfera compreendendo a composição da liga de solda anterior.

5 As ligas de acordo com a presente invenção não têm chumbo ou não têm essencialmente nenhum chumbo. A ligas proporcionam vantagens ambientais em relação a ligas de solda com chumbo convencionais.

10 As ligas de acordo com a presente invenção tipicamente serão supridas como uma barra, bastão ou lingote, opcionalmente juntamente com um fluxo. As ligas podem também ser providas na forma de um arame, por exemplo, um arame com núcleo, que incorpora um fluxo, uma esfera ou outra pré-forma tipicamente, embora não necessariamente, feita por meio de corte ou estampagem de uma tira ou solda. Essas podem ser apenas ligas, ou revestidas com um fluxo adequado exigido pelo processo de solda. As ligas podem também ser supridas como um pó, ou como um pó misturado com um
15 fluxo para produzir uma pasta de solda.

As ligas de acordo com a presente invenção podem ser usadas em banhos de solda fundidos como um meio de soldar entre si dois ou mais substratos e/ou de revestir o substrato.

20 Percebe-se que as ligas de acordo com a presente invenção podem conter impurezas inevitáveis, embora, no total, essas provavelmente não excedem 1% em peso da composição. Preferivelmente, a ligas contêm impurezas inevitáveis em uma quantidade de não mais que 0,5% em peso da composição, mais preferivelmente não mais que 0,3% em peso da composição, ainda mais preferivelmente não mais que 0,1% em peso da
25 composição.

A ligas de acordo com a presente invenção são particularmente bem adequadas para aplicações que envolvem soldagem por ondas, soldagem por fusão, nivelamento com ar quente ou arranjo de grade de esfera e pacotes de escala de chip. A ligas de acordo com a presente invenção podem

também encontrar uso em aplicações eletrônicas, tais como, por exemplo, encanamentos e radiadores automotivos.

Exemplos

A seguir são exemplos não limitantes para descrever ainda mais a presente invenção.

Exemplo 1

Uma liga foi preparada fundindo Sn em um cadinho de ferro fundido (alternativamente, pode-se utilizar um cadinho cerâmico). Ao Sn fundido foi adicionada uma liga de Sn-3% em peso de Cu, Bi elementar, e ligas de Sn-5% em peso de Ag e Sn-0,6% em peso de Ni. Essas adições foram feitas com uma temperatura do banho de liga a 350 °C. O banho foi resfriado a 300 °C para a adição de fósforo na forma de uma liga Sn-0,3% de P.

A liga foi amostrada para verificar a composição de:

Ag 0,3% em peso de

Cu 0,7% em peso de

Bi 0,12% em peso de

Ni 0,04% em peso de

P 0,005% em peso

e o restante em estanho.

A liga foi vazada em um lingote. Ela foi posteriormente fundida de novo em um banho de solda que serve a uma máquina de solda de ondas. A liga fundida a uma temperatura do banho de 260 °C foi bombeada para produzir duas ondas de solda próximas uma da outra.

A máquina foi usada para produzir juntas entre componentes e as terminações da placa em uma faixa de placas de circuito impresso de lado simples ou duplos. A incidência de falhas que exigem reparo foi muito baixa e a superfície das juntas soldadas foi atrativamente brilhante e rapidamente inspecionada.

Exemplo 2

A liga de acordo com o Exemplo 1 pode também ser usado em um banho de banho de nivelamento de solda com ar quente. A temperatura é ajustada em 260°C, e a máquina ajustada para que os tempos de contato com as placas de solda variassem de 2,5 segundos no topo das placas PCB e 5 segundos na base da placa. Temperaturas da lâmina de ar foram 295 C. Excelentes resultados de estanhamento foram conseguidos com acabamento superficial limpo e espessura de estanhamento consistente.

Exemplo 3

A composição de liga seguinte foi preparada (todas em% em peso).

Ag 0,3

Cu 0,6

Bi 0,13

Ni 0,03

Co 0,02

P 0,004

Sn equilíbrio

Esta liga pode também ser usada em um banho de solda por ondas. Placas de teste FR4 de dois lados contendo um grande bloco conector, IC de cápsula plana quadrada com uma faixa de passos de chumbo, SOT 23 e resistores e capacitores de chip foram fluxados com AlphaFry Flux EF6000 e passados por onda a 260 °C. Placas de solda foram fluxados com AlphaFry EF6000 flux, e as placas foram então soldados. As juntas foram formadas limpas, o nível de ligação foi baixo e o enchimento dos furos foi excelente.

Exemplo 4

A composição de liga seguinte foi preparada de uma maneira similar ao exemplo 1 (todas em% em peso).

Ag 0,34

Cu 0,72

Bi 0,25
 Ni 0,03
 P 0,003
 Sn equilíbrio

5 Esta liga pode também ser usada em um banho de solda com ondas. Placas de teste FR4 de dois lados contendo um grande bloco conector, IC de cápsula plana quadrada com uma faixa de passos de chumbo, SOT 23 e resistores e capacitores de chip foram fluxados com AlphaFry flux EF6000 e passados sobre onda a 260°C. Bons resultados de soldagem foram obtidos
 10 com um esquema de placa deliberadamente desafiador com mínimo de ligação e saltos presentes.

Exemplo 5

Ligas foram preparadas correspondentes às composições dos Exemplos 2 a 5 onde Ge a 0,007% em peso é usada em substituição ao
 15 conteúdo de fósforo.

Exemplo 6

A composição de liga seguinte foi preparada de uma maneira similar ao exemplo 1 (todas em% em peso).

20 Ag 0,35
 Cu 0,65
 Bi 0,14
 Co 0,20
 P 0,005%
 Sn equilíbrio

25 Esta liga pode ser fornecida na forma de uma esfera e usada em um arranjo de grade de esfera ou junta de pacote de escala de chip.

Exemplo 7

A composição de liga seguinte foi preparada de uma maneira similar ao exemplo 1 (todas em% em peso).

Ag 0,35

Cu 0,7

Bi 0,13

Co 0,10

5 Ge 0,10

Sn equilíbrio

Esta liga pode ser fornecida na forma de uma esfera e usada em um arranjo de grade de esfera ou junta de pacote de escala de chip.

Exemplo 8

10 A composição de liga seguinte foi preparada de uma maneira similar ao exemplo 1 (todas em% em peso).

Ag 1,1

Cu 1,1

Bi 0,15

15 Ni 0,06

Co 0,02%

Sn equilíbrio

Esta liga pode ser fornecida na forma de uma pré-forma ou esfera.

20 Exemplo 9

A composição de liga seguinte foi preparada de uma maneira similar ao exemplo 1. Germânio foi fornecido pela fabricação de uma liga mãe de Sn -0,3% Ge.

Ag 0,3

25 Cu 0,7

Bi 0,1

Ni 0,10

Ge 0,10

P 0,006

Sn equilíbrio

Esta liga pode ser fornecida na forma de uma esfera e usada em uma junta de arranjo de grade de esfera ou pacote de escala de chip.

Exemplo 10

5 A composição de liga de acordo com o Exemplo 9 foi puncionada em um disco, que foi em seguida fundido e esferoidizado como uma esfera.

Exemplo 11

10 A composição de liga seguinte foi preparada de uma maneira similar ao exemplo 1 (todos em% em peso).

Ag 0,4

Cu 0,6

Bi 0,14

Ni 0,05

15 In 0,15

Ge 0,005%

Sn equilíbrio

Esta liga pode ser fornecida na forma de uma esfera.

Exemplo 12

20 A composição de liga seguinte foi preparada de uma maneira similar ao exemplo 1 (todas em% em peso). Uma liga-mãe de estanho cromo contendo 0,25% Cr foi preparada em um forno a vácuo.

Ag 0,3

Cu 0,65

25 Bi 0,12

Cr 0,05

P 0,006

Sn equilíbrio

Esta liga pode ser fornecida na forma de uma esfera.

Exemplo 13

A composição de liga seguinte foi preparada de uma maneira similar ao exemplo 1 (todas em% em peso).

	Ag	0,3
5	Cu	0,7
	Bi	0,1
	Ni	0,2
	P	0,006
	Sn	equilíbrio

10 Esta liga pode ser fornecida na forma de uma esfera e usada em um arranjo de grade de esfera ou junta de pacote de escala de chip.

Exemplo 14

A composição de liga seguinte foi preparada fundindo os elementos em um forno a vácuo.

15	Ag	1,1
	Cu	1,1
	Bi	0,1
	Fe	0,25
	Mg	0,01
20	Sn	equilíbrio

Esta liga pode ser fornecida na forma de uma esfera e usada em uma junta de arranjo de grade de esfera.

Exemplo 15

25 Dez pacotes BGA, cada qual com encadeamento em margarida individualmente, foram preparados por soldagem por refusão usando esferas de solda da composições de liga seguintes.

A	Ag	3,0% em peso
	Cu	0,5% em peso e
	Sn	restante

B Ag 0,3% em peso

Cu 0,7% em peso

Bi 0,1% em peso

Sn restante

5 C Ag 0,3% em peso

Cu 0,7% em peso

Bi 0,1% em peso

Ni 0,05% em peso

Sn restante

10 Elas foram cada qual submetidas a pulsos de choque de 1.500 g de duração de 0,5 milissegundos para simular o carregamento de tensão de impacto de choque de queda. Em todos os estágios os conjuntos foram monitorados para supervisionar a condição das juntas soldadas usando um monitor de resistência em linha de 64 canais para que falha pela mudança de
15 resistência pudesse ser estabelecida.

Os choques foram repetidos e a incidência de juntas falhas foi registrada.

Depois de apenas 3 carregamentos de choque, 10% das juntas Sn-3,0Ag-0,5Cu falharam, ao passo que aquelas feitas na liga B suportaram a
20 50 quedas, e na liga C a 120 quedas antes que fosse registrada a mesma incidência de falha.

Uma taxa de falha de 25% foi observada na liga A depois de 8 quedas, na liga B depois de 100 quedas, e a liga C suportou 200 quedas.

Esta melhor resistência a fratura frágil por choque na queda é
25 de considerável valor prático.

Exemplo 16

Uma liga foi preparada fundindo Sn em um cadinho de ferro fundido (alternativamente, pode-se utilizar um cadinho cerâmico). Ao Sn fundido foi adicionada uma liga de Sn-3% em peso de Cu, e ligas de Sn-5%

em peso de Ag e Sn-0,35% em peso de Ni. Essas adições foram feitas com a temperatura do banho da liga a 350 °C. O banho foi resfriado a 300 °C para a adição de fósforo na forma de uma liga Sn-0,3% de P.

A liga foi amostrada para verificar a composição de:

- 5 Ag 0,3% em peso
- Cu 0,7% em peso
- Bi 0,1% em peso
- P 0,006% em peso

e restante em estanho

- 10 A composição de liga foi então jateada como uma corrente de metal em uma coluna vertical inerte. A corrente de metal foi esferoidizada pela aplicação de energia vibracional magneto-restritiva aplicada através de um cadinho de fusão e no orifício de saída, ou próximo a ele.

- 15 Igualmente, a composição da liga poderia ser puncionada e em seguida esferoidizada como uma esfera.

- 20 A liga, provida na forma de uma esfera, pode ser usada em uma junta de arranjo de grade de esfera. Fluxo é impresso ou pino transferido para as almofadas de um CSP. As esferas são então pegas e colocadas ou agitadas por meio de um estêncil sobre as almofadas fluxadas. O pacote é
- 25 então refundido em um forno de refusão padrão a uma temperatura de pico entre 240 °C e 260 °C. O desempenho da liga e da junta soldada foi avaliado nos pacotes envelhecidos a 150°C por até 1.000 horas. O crescimento de IMC foi medido por técnicas metalográficas padrões. Teste de aplicação de esfera padrão foi usado para avaliar o modo de falha da junta soldada (frágil ou dútil).

REIVINDICAÇÕES

1. Liga adequada para uso em um processo de solda por ondas, processo de soldagem por refusão, processo de nivelamento com ar quente, em um arranjo de grade de esfera ou pacote de escala de chip, caracterizada pelo fato de que a liga compreende:

de 0,08 - 1% em peso de bismuto,

de 0,5 - 1,5% em peso de cobre,

de 0,1 - 1,1% em peso de prata,

de 0,02 - 0,3% em peso de níquel,

e opcionalmente um ou mais de

de 0,02 - 0,3% em peso de ferro

de 0 - 0,1% em peso de fósforo,

de 0 - 0,1% em peso de germânio,

de 0 - 0,1% em peso de gálio,

de 0 - 0,3% em peso de um ou mais elementos de terra rara,

de 0 - 0,3% em peso de índio,

de 0 - 0,3% em peso de magnésio,

de 0 - 0,3% em peso de cálcio,

de 0 - 0,3% em peso de silício,

de 0 - 0,3% em peso de alumínio,

de 0 - 0,3% em peso de zinco,

de 0,008 - 0,2% em peso de manganês,

de 0,01 - 0,3% em peso de cobalto,

de 0,01 - 0,3% em peso de cromo, e

de 0,008 - 0,1% em peso de zircônio,

e o estanho para equilíbrio, juntamente com impurezas inevitáveis.

2. Liga de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que compreende 0,08 a 0,5% em peso de Bi.

3. Liga de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo

fato de que compreende 0,08 a 0,3% em peso de Bi.

4. Liga de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,10 - 0,3% em peso de Bi, preferivelmente de 0,12 - 0,3% em peso de Bi.

5 5. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,15 a 1% em peso de Cu.

6. Liga de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,5 a 0,9% em peso de Cu.

10 7. Liga de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,6 a 0,8% em peso de Cu.

8. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,1 a 1% em peso de Ag.

9. Liga de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,1 a 0,5% em peso de Ag.

15 10. Liga de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,2 a 0,4% em peso de Ag.

11. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,02 - 0,2% em peso de Ni e/ou Fe, preferivelmente de 0,02 - 0,1% em peso de Ni e/ou Fe.

20 12. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,02 - 0,2% em peso de Co e/ou Cr, preferivelmente de 0,02 - 0,1% em peso de Co e/ou Cr.

13. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,03 - 0,3% em peso de Ni.

25 14. Liga de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,03 - 0,1% em peso de Ni, preferivelmente de 0,03 - 0,06% em peso de Ni.

15. Liga de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,05 - 0,3% em peso de Ni, preferivelmente de

0,07 - 0,3% em peso de Ni.

16. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,02 - 0,07% em peso de Co, preferivelmente de 0,02 - 0,05% em peso de Co.

5 17. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,02 a 0,08% em peso de Cr, preferivelmente de 0,02 a 0,06% em peso de Cr.

10 18. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,02 - 0,3% em peso de Cr, preferivelmente de 0,05 - 0,3% em peso de Cr.

19. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,005 - 0,3% em peso de Mg.

15 20. Liga de acordo com a reivindicação 19, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,02 - 0,1% em peso de Fe.

21. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,01 - 0,15% em peso de Mn.

20 22. Liga de acordo com a reivindicação 21, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,02 - 0,1% em peso de Mn.

23. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 22, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,05 - 0,3% em peso de In.

24. Liga de acordo com a reivindicação 23, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,1 - 0,2% em peso de In.

25 25. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 24, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,01 - 0,3% em peso de Ca.

26. Liga de acordo com a reivindicação 25, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,02 - 0,2% em peso de Ca.

27. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a

26, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,01 - 0,3% em peso de Si.

28. Liga de acordo com a reivindicação 27, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,02-0,2% em peso de Si.

29. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 28, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,008 - 0,3% em peso de Al.

30. Liga de acordo com a reivindicação 29, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,1 - 0,2% em peso de Al.

31. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 30, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,01 - 0,3% em peso de Zn.

32. Liga de acordo com a reivindicação 31, caracterizada pelo fato de que compreende de 0,1 - 0,2% em peso de Zn.

33. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 32, caracterizada pelo fato de que os ditos um ou mais elementos de terra rara compreendem um ou mais (preferivelmente dois ou mais) elementos selecionados de cério, lantânio, neodímio e praseodímio.

34. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 33, caracterizada pelo fato de que compreende aproximadamente 0,3% em peso de Ag, aproximadamente 0,7% em peso de Cu, aproximadamente 0,1% em peso de Bi, até 0,1% em peso de Ni, e aproximadamente 0,006% em peso de P.

35. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 34, caracterizada pelo fato de que compreende aproximadamente 0,3% em peso de Ag, aproximadamente 0,7% em peso de Cu, aproximadamente 0,1% em peso de Bi, até 0,1% em peso de Ni, e de 0,005 - 0,015% em peso de Ge.

36. Liga de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 35, caracterizada pelo fato de que é na forma de uma barra, um bastão, um sólido ou um arame com núcleo de fluxo, uma película ou tira, ou um pó ou pasta (pó mais mistura de fluxo), ou esferas de solda para uso em juntas de

arranjo de grade de esfera ou pacotes de escala de chip, ou outras peças de solda pré-formadas.

37. Junta soldada, caracterizada pelo fato de que compreende uma liga como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 36.

RESUMO

“LIGA, JUNTA SOLDADA, E, USO DA COMPOSIÇÃO DE LIGA DE SOLDA”

5 É descrita uma liga adequada para uso em um processo de solda por ondas, processo de soldagem por refusão, processo de nivelamento com ar quente ou um arranjo de grade de esfera, a liga compreendendo de 0,08 - 3% em peso de bismuto, de 0,15 - 1,5% em peso de cobre, de 0,1 - 1,5% em peso de prata, de 0 - 0,1% em peso de fósforo, de 0 - 0,1% em peso de germânio, de 0 - 0,1% em peso de gálio, de 0 - 0,3% em peso de um ou
10 mais elementos de terra rara, de 0 - 0,3% em peso de índio, de 0 - 0,3% em peso de magnésio, de 0 - 0,3% em peso de cálcio, de 0 - 0,3% em peso de silício, de 0 - 0,3% em peso de alumínio, de 0 - 0,3% em peso de zinco, e pelo menos um dos elementos seguintes de 0,02 - 0,3% em peso de níquel, de 0,008 - 0,2% em peso de manganês, de 0,01 - 0,3% em peso de cobalto, de
15 0,01 - 0,3% em peso de cromo, de 0,02 - 0,3% em peso de ferro e de 0,008 - 0,1% em peso de zircônio, e o estanho para equilíbrio, juntamente com impurezas inevitáveis.