

NOUVEAUX ALLIAGES SANS PLOMB

Jean LEPAGNOL, ingénieur IEG, Licencié ès Sciences, Ingénieur Conseil
Dr. Klaus BARTL, Directeur Technique, Elsold – JL Goslar, GOSLAR, Allemagne

RESUME

Afin d'éliminer le plomb, l'industrie électronique s'oriente vers des alliages à base de Sn/Ag/Cu ou Sn/Cu. La formation inévitable de composés intermétalliques Etain-Cuivre laisse planer un doute sur la fiabilité à long terme de ces alliages. En outre la forte teneur en étain pourrait réduire la durée de vie des équipements de brasage.

Le nouvel alliage présenté est conçu sur la base de l'eutectique Sn/Cu et incorpore un microalliage à base de Nickel et de Cobalt. Les premiers résultats semblent indiquer que les effets néfastes cités ci-dessus sont fortement réduits ou éliminés.

Les explications techniques sont données et les premiers retours d'expérience sont commentés.

Des indications sur l'utilisation dans les procédés HAL pour les circuits imprimés et dans les vagues de brasage sont également données.

1. INTRODUCTION ET RAPPELS

Le sans plomb a fait couler beaucoup d'encre et l'industrie semble se concentrer sur les alliages suivants considérés comme acceptables en remplacement des alliages eutectiques Sn/Pb.

	Température de fusion °C	Température de brasage °C (vague)	Dénomination courante
96.5Sn/3.5Ag	221 E	250 -260	TS
95.5Sn/3.8Ag/0.7Cu	217 PF	250 -260	TSC / SAC 307/3807
96.0Sn/3.5Ag/0.5Cu	217 -221	250 -260	TSC 305 / SAC 305
99.3Sn/0.7Cu	227E	255 -265	TC07

Les principaux inconvénients de ces alliages sont:

PRIX ELEVE: Pour ceux qui contiennent de l'argent (Ag): cette matière première est chère (dans l'alliage 96.5Sn/3.5Ag, plus de la moitié de la valeur de matière première correspond à l'argent !).

RISQUE D'INTERMETALLIQUES: La présence de cuivre dans l'étain crée des intermétalliques qui se développent lors du brasage mais aussi lors du vieillissement dans les conditions normales [1]. Les effets en sont connus: formation de structures en aiguilles qui fragilisent les joints, réduction du mouillage et aspect rugueux [4].

USURE ACCELEREE DES EQUIPEMENTS: Du fait de la teneur élevée en étain (Sn) et de la température relativement élevée, les métaux utilisés dans les équipements de brasage sont attaqués et leur longévité est réduite. C'est le cas du fer (pots de soudure) et du cuivre (pointes de fer à braser).

2. NOUVEAUX ALLIAGES

Les métallurgistes ont lancé des programmes de recherche pour pallier à ces inconvénients. C'est le cas de la société Stannol GmbH qui a déposé le brevet de son invention [2]. Celle-ci est maintenant exploitée conjointement par les sociétés Stannol et ELSOLD- JL Goslar GmbH, et commercialisée sous la marque Flowtin® [3].

Le principe consiste à ajouter à l'alliage eutectique Sn/Cu un dopant sous forme de microalliage.

Le microalliage choisi, que l'on peut considérer comme un dopant est essentiellement constitué de Nickel et de Cobalt, avec une très faible quantité d'une terre rare. Pour différentes raisons, plusieurs éléments de la classification périodique ne peuvent pas être utilisés (non-conformité Rohs pour le mercure (Hg), le Cadmium (Cd), .., ou coût extrêmement élevé (Platine (Pt), Palladium (Pd), ..).

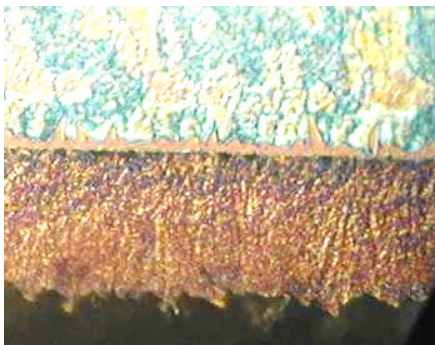
Les éléments choisis sont proches du cuivre (voir fig. 1).

Elément	N° atomique	Masse atomique	Densité
Cuivre (Cu)	29	63.55	8.96
Nickel (Ni)	28	58.70	8.90
Cobalt (Co)	27	58.93	8.85

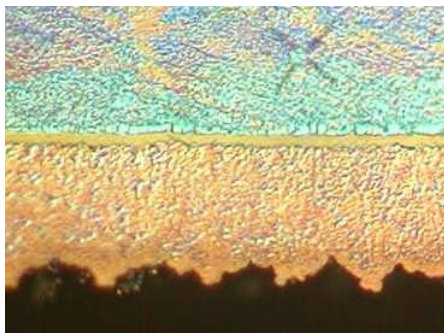
FIGURE 1 : EXTRAIT DE LA CLASSIFICATION PERIODIQUE

L'addition du dopant a les effets suivants sur l'alliage eutectique Sn/Cu:

- Conservation des propriétés thermiques de l'alliage (température de fusion et de brasage).
- Modification de la structure de grain, qui devient plus fin (voir Figure 2).



Sans microalliage



Avec microalliage

Figure 2: différence de structure cristalline avec et sans dopant. Après vieillissement 16 heures – 150 °C.

- Miscible avec les alliages de même type, c'est-à-dire 99.3Sn/0.7Cu, y compris le Sn/Cu auquel a été ajouté Ni, Ge, Fe.

- Forte réduction de la dissolution du cuivre et du fer dans l'alliage. Ceci augmente la longévité des pointes de fer à souder, permet de souder les fils de cuivre en minimisant leur affaiblissement mécanique et permet généralement d'utiliser les pots de soudure des machines à vague ou bain mort existants. Ceci est illustré par les résultats d'essais de dissolution en figure 3.

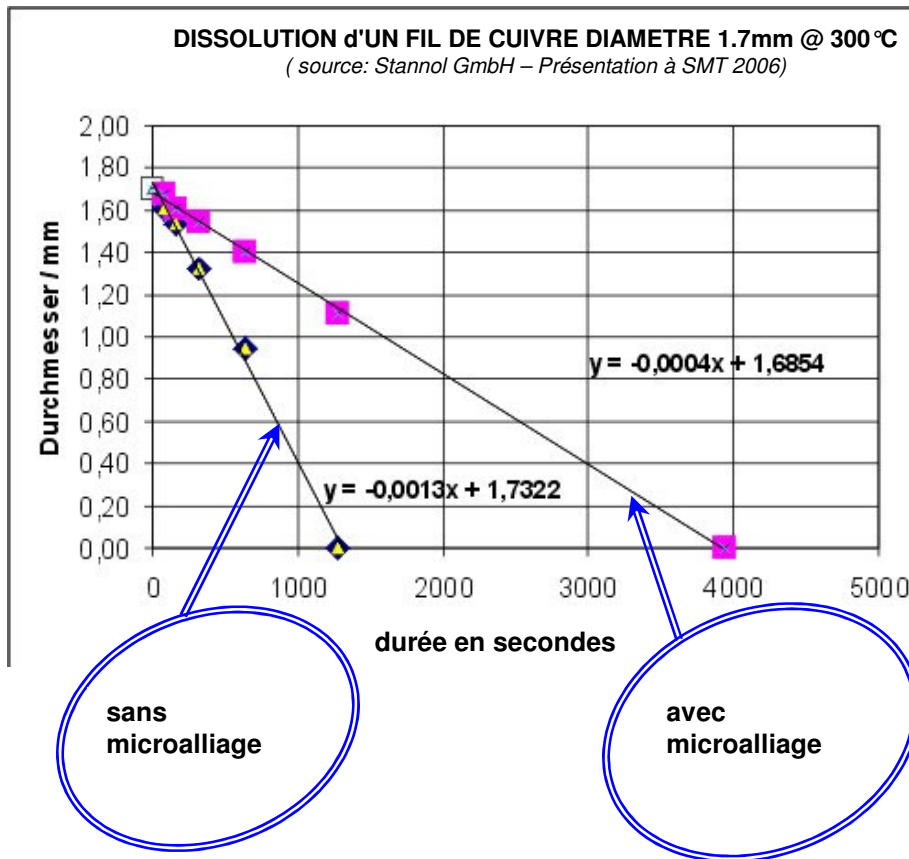


Figure 3: Comparaison de la dissolution du cuivre dans l'alliage avec et sans dopant.

3. RETOUR D'EXPERIENCE

Cet alliage a été utilisé de façon contrôlée dans une production depuis fin Mars 2006 [5].

Les conditions de production étaient les suivantes:

Machine à vague Seho Type 8135 PCS, Bain de 400 kg, largeur 350 mm, sans azote.
 Vitesse de convoyeur: 1.1 m/min
 Préchauffage 119 °C, mesuré sur la face composants du circuit.
 Remplissage avec alliage Flowtin® TC 07 (SN 100 C – 07).
 Température du bain: 265 °C, Simple vague, Durée de contact environ 4 sec
 Flux de type ORLO (sans nettoyage, sans colophane et exempt d'halogènes)
 Circuits à trous métallisés double face
 Fonctionnement: 1 équipe, 5 jours par semaine

La composition chimique du bain de soudure a été suivie à intervalles réguliers. Les résultats sont repris dans les figures 4, 5 et 6.

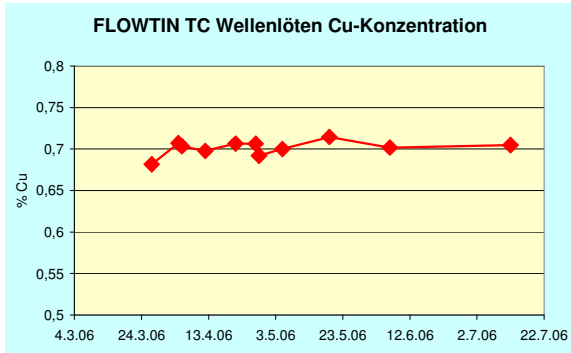


Figure 4: Concentration en cuivre

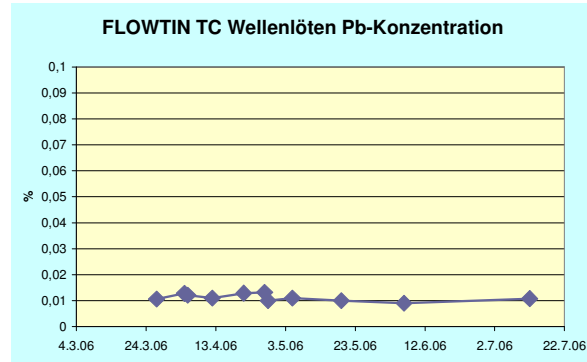


Figure 5: Concentration en plomb

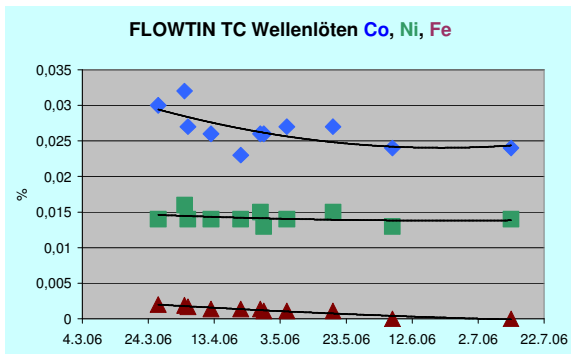


Figure 6: Concentration en Co, Ni, Fe

On voit que sur une période de 4 mois, la concentration en cuivre (Fig.4) reste constante à 0.7%; la contamination en plomb (Fig. 5) de l'ordre de 0.01% reste également constante. Sur la figure 6, on voit qu'il y a de légères modifications des concentrations: la teneur en cobalt se stabilise vers 0.025%, la teneur en nickel est stable vers 0.014%, dans la tolérance des mesures, la teneur en fer, dont la valeur initiale est très faible, reste inférieure à la limite de détection de 5 ppm.

4. CONCLUSIONS PROVISOIRES.

Les caractéristiques des alliages contenant le microalliage dopant à base de Co-Ni ainsi que les retours d'expérience actuels nous permettent de dire que leur utilisation permet:

- de maintenir un procédé stable, que ce soit pour la soudure à la vague, pour l'étamage au trempé ou pour la finition des circuits imprimés par le procédé HAL.
- de réduire les effets des intermétalliques Sn-Cu en obtenant un aspect des joints analogue à celui obtenu avec les alliages Sn/Pb, c'est-à-dire une cristallisation à grains fins et une brillance superficielle.
- de réduire fortement l'attaque des pots de soudure et des pointes de fer à souder.
- tout en se conformant à la réglementation RohS, de diminuer les coûts de production tout en maintenant la qualité des joints.

Dammartin en Goele,
31 Aout 2006

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Dr. Werner Kruppa de la société Stannol pour la mise à disposition de plusieurs documents dont certains ont été reproduits dans le présent article.

EXTRAITS BIBLIOGRAPHIQUES

1. Solders and Soldering – 3rd edition – H. Manko – McGrawhill 1992.
2. Demande de brevet DE 10 2004 050 441A1 du 20-04-2006 (Stannol GmbH).
3. Bulletin technique CDS ELECTRONIQUE "Elsold Flowtin TC-07 – SN100C07"
4. Paramètres critiques pour l'amélioration de la brasure des circuits imprimés – Jean Lepagnol. – Publié de nombreuses fois dans plusieurs langues. Dernière publication après révision en Décembre 1997 dans le N° 43 du mensuel Technologie Electronique.
5. Anwendungsbericht – Document Stannol – 31 Juillet 2006.