

(株)日立製作所 日立研究所

○梶原良一、高橋和弥

守田俊章

(株)日立製作所 半導体事業部

西村朝雄

(株)日立マイコンシステム

木本良輔

Influence of Au concentration on the formation of intermetallic compound layer
at bond interface between Pb-Sn solder containing Au and Ni plating on Cu
by Ryoichi Kajiwara, Kazuya Takahashi, Asao Nishimura, Ryosuke kimoto

1. 緒言

Auを溶解したPb-Sn共晶半田とその接合部の性質に関して多数の報告¹⁾が有り、Au含有量が4wt%以上では半田中にAuSn₄の化合物が析出して伸びや強度等の性質が大幅に低下することが知られている。しかし、Au量が1wt%以下の半田接合部に関してはAuの影響について検討された報告²⁾が少なく、接合部の性質についても不明な点がある。そこで本研究では、Auをわずかに含む半田接合部を形成して接合部の組織に関する調査を行い、いくつかの知見が得られたので以下に報告する。

2. 実験方法

供試材として、60Sn-40Pbの共晶半田にAuを0.11~0.65wt%添加した組成の半田接合部を金属箔に形成した試験片を用いた。金属箔には、表面にNiを0.5μm形成したCu箔を用いた。半田接合は最大加熱温度:240℃とし、半田厚さ約0.5mmとした。半田接合部の熱処理は、大気雰囲気の中で100~175℃の各温度に1~500h保持し、接合界面に形成された化合物の種類と破壊試験における破断モードについて調査した。

3. 実験結果と検討

Fig. 1は、半田接合部の初期と150℃-500h熱処理後の断面組織と線分析結果を示す。接合初期には、NiとPbSn半田接合界面が形成され、Auの濃縮層はない。熱処理によって接合界面にはNiSn層とAuSn層の形成が確認される。また両者の界面にはPbの層も検出されている。接合界面の半田側にAuが拡散濃縮した時、初期のPbが取り残されたものと考えられる。

Fig. 2は、Au濃度を変えた接合部の125℃におけるAuSn層の成長過程を示す。Au濃度が0.11wt%では、AuSnは成長してない。Fig. 3は、加熱温度によるAuSn成長速度の違いを示す。成長速度は放物線則に従い、100℃でもわずかな成長が認められる。これらの結果をアレニウスプロットして活性化エネルギーを求めると、約13.89kcal/molの値が得られた。この値はSn中のAuの拡散における活性化エネルギー(11.0~17.7kcal/mol:結晶方位による)に一致し、Auの拡散速度が化合物の成長を律速していると考えられる。

Fig. 4は、125℃-500h熱処理した半田接合部の剥離破面と組成分析結果を示す。破面は脆性的な破断形態を呈しており、Cu箔側の破面からはSn, Ni, Cuが、半田側の破面からはSn, Au, Ni, Pbが検出されている。同じ破面のX線回折結果をFig. 5に示す。Cu箔側にNi₃Sn₄化合物、半田側にAuSn₄化合物の形成が確認され、各破面に2種類の化合物は混在していないことから、両者の界面で破断していると考えられる。また、組成分析の結果からAuSn₄

化合物中には微量のNiが存在していると考えられる。

4. まとめ

Au濃度0.21wt%以上を含む半田とNiの接合部では、100℃以上の熱処理により接合界面に Ni_3Sn_4 と AuSn_4 の2層の化合物が成長する。60Sn40PbとAuの状態図¹⁾から判断してAuは半田中に AuSn_4 として分散して存在するが、これが熱処理によって界面に集合する現象にはNiが関与し、被接合材料の選択により AuSn_4 の形成を防止できる可能性が示唆された。

《参考文献》

- 1) J. Glazer et al. : Circuit World, Vol. 18, No. 4 (1992)41-46
- 2) T. Miyazaki et al. : IEEE/CPMT Int. Elec. Manu. Tech. Sympo. (1994)333-339

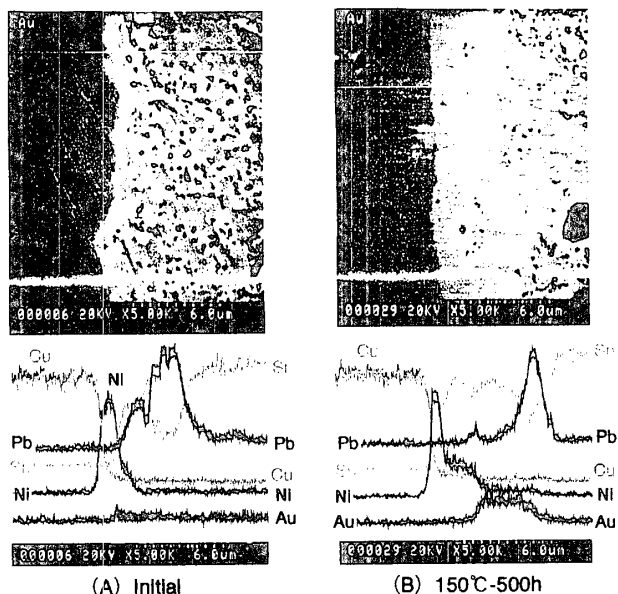


Fig.1 SEM image and EDX line analysis at cross section of solder bond containing 0.35 wt% Au and 0.5 μm thick Ni plating on Cu

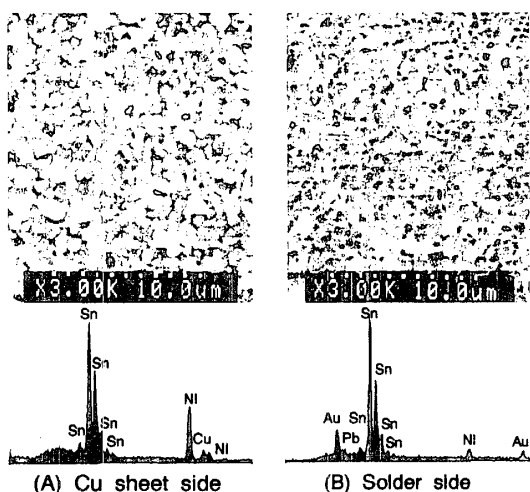


Fig.4 SEM image and EDX analysis at fractured surface of solder bond containing 0.65wt% Au after 125°C-500h storage

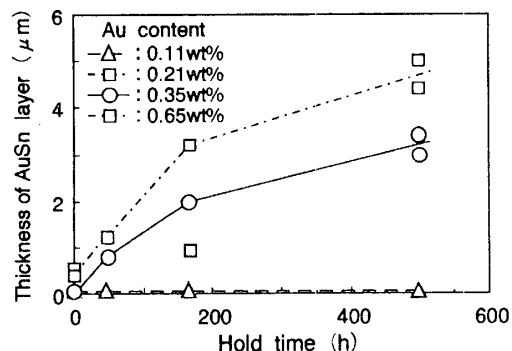


Fig.2 Growth of AuSn compound layer at bond interface under 125 °C storage

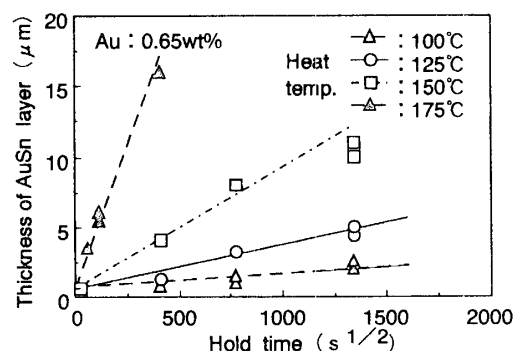


Fig.3 Growth of AuSn compound layer at bond interface under high temperature storage

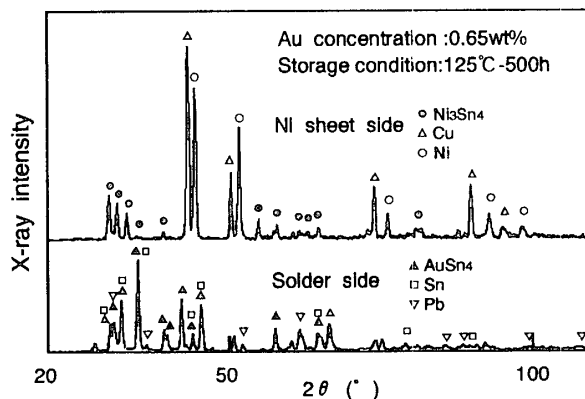


Fig.5 X-ray Diffraction pattern at fracture surface of solder bond on Ni plated Cu sheet