

## SnAgCu 솔더접합부 금속간화합물의 성장에 대한 고찰

### Intermetallic Growth of Solder Joint with SnAgCu

김 영 섭\*, 박 재 현\*, 이 중 주\*, M. Lee\*\*

\* 포항산업과학연구원 신뢰성평가센터

\*\* CALCE EPSC, Univ. of Maryland, USA

#### 1. 서 론

Sn 에 미량합금원소가 첨가되어 있는 무연솔더는 중고온용 접합에 적합한 소재이다. NCMS (National Center for Manufacturing Science)와 NEMI(National Electronics Manufacturing Initiative)에서는 기존 Sn-Pb 공정계 솔더의 대체소재로 SnAgCu 계를 추천하고 있다. 이 솔더는 적절한 용융온도, 우수한 전단강도와 피로강도, 그리고 Cu 기판에 대한 우수한 젖음성을 가지고 있다. Sn 이 풍부하므로 얇은 층의 금속간화합물을 형성하면서 접합하게 된다. 솔더링 동안 초기에 형성된 금속간화합물은 계면에서 우수한 야금학적 결합을 보여주고 있다. 그러나 금속간화합물의 성장은 접합강도에 영향을 미치고 그 결과 접합부의 파단을 유발하여 접합부 신뢰성에 큰 영향을 미친다. Sn-Pb 솔더 접합부에는 Sn-Cu 금속간화합물이 성장한다고 보고가 되고 있는데, 높은 Sn 함량으로 더욱 그러한 경향을 보여주고 있다.

본 연구에서는 Sn-Pb 대체 조성 중에서 Sn3.0Ag0.5Cu 솔더와 기판 사이의 반응결과에 대하여 고찰 할 것이다. 접합계면 미세조직 분석에 의한 금속간화합물의 조성을 파악하고 그 성장속도를 비교하며, 전단강도 및 경도 측정으로 도금의 영향을 비교하게 된다.

#### 2. 시험방법

##### 2.1 시편준비

본 연구에서 사용한 기판(FR-4)은 두 종류의 도금 OSP(Organic Solderability Preservative)와 Au/Ni(Immersion Au over Electroless Ni)를 각각 적용하였다. 기판 제작을 위한 솔더링조건(Reflow Profile)은 표 1과 같다.

##### 2.2 시효조건

솔더링 후 기판은 143.5°C (0.85T<sub>m</sub>)에서 100시간과 1000시간 동안 유지하였다. 0.85 T<sub>m</sub> 은 금속간화합물 성장이 시작되는데 필요한 최소 온도로 알려져 있다.

#### 3. 결과 및 고찰

##### 3.1 미세조직

###### 3.1.1 Au/Ni도금

Figure 1은 1000시간 시효 후 솔더와 Au/Ni 도금 계면의 단면조직을 보여주고 있다. 접합계면의 금속간화합물은 EDX 분석결과 Cu-Ni-Sn조성으로 2~3 $\mu$ m두께의 Ni층에 7~8 $\mu$ m두께로 성장한 것으로 나타났다. 이 금속간화합물은 솔더 후 거의 무시할 정도였으나 100시간 시효 후 2~3 $\mu$ m로 성장하여 1000시간 후에는 8 $\mu$ m까지 성장하였다.

###### 3.1.2 OSP도금

Figure 2는 1000시간 시효 후 OSP 처리한 기판에서 솔더 계면의 단면조직을 보여주고 있다.

금속간화합물은 조성이 다른 두개의 층으로 구분되어 나타나고 있다. 접합계면에는 일반적으로 Sn dendrite와 Ag<sub>3</sub>Sn의 분산상을 관찰할 수 있으며 솔더 내에는 Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>가 나타나고 있다.

Figure 3은 Au/Ni 도금에서는 Cu-Ni-Sn 조성의 금속간화합물이, OSP 도금에서는 Cu-Sn 조성의 금속간화합물이 시효시간에 따라서 성장하는 것을 도표로 나타내고 있다. 시효시간(Hr<sup>1/2</sup>)에 따라서 금속간화합물이 직선적으로 변하는 것으로 부터 계면의 금속간화합물 성장은 확산이 지배하는 반응임을 알 수가 있다.

### 3.2 기계적특성

#### 3.2.1 전단강도

두 가지 도금 Au/Ni와 OSP 사이에는 전단강도가 다르게 나타나고 있다. Au/Ni 도금의 경우 1000시간 시효 후 전단강도는 32.29MPa에서 26.59MPa로 감소(18.7% 감소)하였으며, 강도의 큰 변화는 주로 시효 100시간 이전에 나타나고 있다. 실제 100시간 이후 1000시간이 지나도 강도 값은 27.66MPa에서 26.59MPa로 크게 변화가 없는 것을 알 수 있다. 그러나 OSP 도금의 경우 전단강도가 31.97MPa에서 17.5MPa로 45.3%의 감소를 보여주고 있다.

#### 3.1.2 경도

금속간화합물의 경도 측정을 위하여 0.2gr 하중의 나노경도시험을 실시하였다. Figure 4.는 Au/Ni도금에서 성장한 Cu-Ni-Sn층과 OSP에서 성장한 Cu-Sn층의 경도를 비교하여 보여주고 있다. Au/Ni 도금층에서 성장한 금속간화합물이 경도가 높은 것으로 나타났다.

## 4. 결 론

SnAgCu솔더와 서로 다른 도금 사이 금속간화합물은 각각 다른 조성으로 Au/Ni 도금은 Cu-Ni-Sn층이 OSP 도금은 Cu-Sn 층이 형성된 것을 볼 수 있었으며, OSP

도금에서 Cu-Sn 층이 빠르게 성장하였다. Au/Ni 도금의 경우 솔더의 젖음성과 전단강도가 우수하지만 경도가 높아서 시효균열의 가능성을 배제할 수 없다.

## 후 기

본 연구는 산업자원부지원 신뢰성평가 기반구축사업 중 RIST와 미국 메릴랜드대학교 CALCE, EPSC의 국제협력에 의하여 추진한 내용입니다.

## 참고문헌

1. I. Chatterji, D. Santos, and F. Andros, Proceeding of NEPCON West - Fiberoptic Expo, 2002, pp. 277-287.
2. R. Fields and S. Low, Research Publication of Material Performance Group, NIST, Feb. 2002.
3. T. Uno and K. Tatsumi, J. Japan Inst. Metals, Vol. 63, No.3, 1999, pp. 406-415.
4. Edwin Bradley, Pradeep Lall, and Kingshuk Banerji, Proceedings of SMTA, Sept. 1996, pp. 95-106.
5. R. Kisiel and J. Kalenik, Proceedings of IMAPS Poland Conference 2000.
6. Z. Mei, M. Kaufmann, A. Eslambolchi, and P. Johnson, Proceedings of ECTC 1998, pp. 952-961.
7. Y. Zheng, C. Hillman, P. McCluskey, Proceedings of ECTC 2002.

Table 1. Reflow Profile Summary

	Actual Parameter
Heating Rate	1~2℃/sec
Peak Temperature	242℃
Liquidus Time	55sec
Cooling Rate	2℃/sec

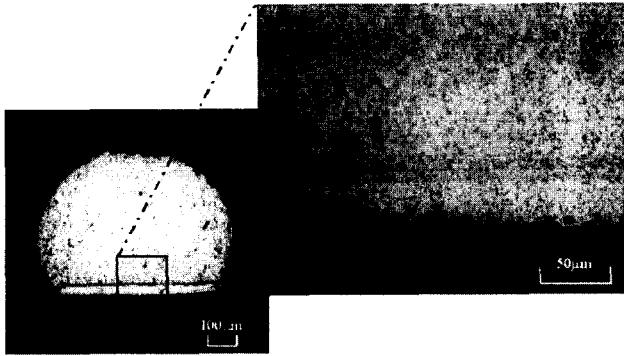


Figure 1. . Cross Section of Solder after 1000 Hour Aging with Au/Ni Plating and SnAgCu Solder

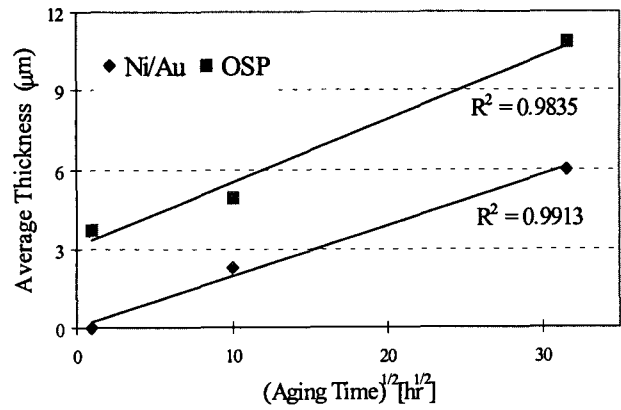


Figure 3. . The Average Thickness of Intermetallic Compound Layers (Cu-Sn Phase in OSP and Cu-Ni-Sn Phase in Au/Ni Plating with SnAgCu Solder) Against Aging Time<sup>1/2</sup>

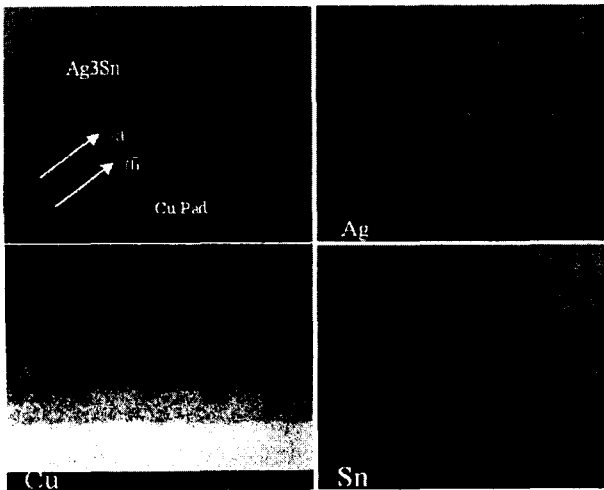


Figure 2 . Overall Distribution of Silver, Tin, and Copper in Cross-section of SnAgCu Solder and PWB with OSP after 1000hr Aging (Result of EDX Compositional Mapping)

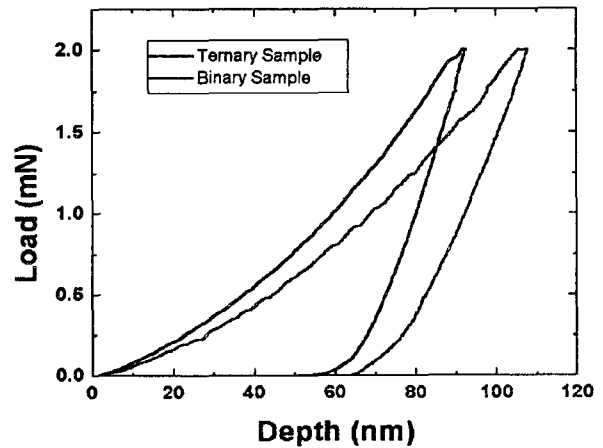


Figure 4. Nanoindentation Data as Load Versus Displacement Curves for Cu-Sn and Cu-Ni-Sn