

# Indium 솔더와 Cu, Ni 기판사이에서의 계면반응에 관한 연구

## Study on Interfacial Reactions Between Indium Solder and Cu, Ni Substrate

김 대곤\*, 윤 정원\*, 이 창렬\*, 정 승부\*

\* 성균관대학교 신소재공학과

### 1. 서론

기존의 공정 주석-납(Sn-Pb) 솔더는 전자 산업의 요구성능에 잘 부합되어 전자패키지에 널리 사용되어 왔다. 이 Sn-Pb계 솔더는 가격, 좋은 젖음특성, 적절한 물리적, 기계적, 금속학적 특성과 피로저항 특성 등 여러 가지 물성들이 우수하며, 접합부의 신뢰성 또한 양호하여 지금까지 가장 일반적인 솔더 재료로서 사용되어 왔다. 그러나, Pb의 환경문제로 인해 기존의 Sn-Pb계 솔더를 대체할 수 있는 새로운 Lead(Pb)-free solder 합금 개발의 필요성이 제기되고 있다. 현재 많이 연구되고 있는 솔더로서는 Sn-base계 솔더이다. 하지만 Sn 계 솔더와 비교해서 In-base계 솔더는 낮은 용점 및 젖음성과 열피로 저항성 등이 매우 우수하다. 특히 인듐은 연성이 뛰어나 파괴없이 소성변형을 일으키므로 접합부에 크리프 특성이 요구되는 레이저 다이오드, 광 스위치와 같은 광소자디바이스의 접합재료로 가장 주목을 받고 있는 솔더 중의 하나이다.

솔더링 공정 중 용융솔더와 PCB 또는 substrate위의 Cu pad는 서로 접촉하게 되고 상호반응을 하게 된다. 이러한 상호 반응은 솔더의 조성 및 온도, 특히 솔더의 각 구성원소와 Cu pad와의 반응여부에 따라 결정된다. 솔더 접합부의 장기적인 신뢰성(reliability)은 특히 Cu pad와 솔더의 구성원소에 의해 계면에 형성되는 반응생성물(금속간화합물)에 의해 큰 영향을 받게 된다.

이러한 솔더 접합부의 금속간화합물은 thermal cycling동안에 기계적인 파단의 원인이 된다. 즉, 계면반응 현상이 전자부품 실장에 있어서 솔더 접합부의 신뢰성에 직접적인 관계가 있으므로, 솔더링에 의해서 생성된 금속간화합물에 대한 지식은 매우 중요하다고 생각된다. 금속간화합물은 솔더가 용해될 때 생성되고, 열적으로 활성화될 때 시간에 따라서 그 두께가 증가한다. 과도한 금속간화합물의 성장뿐만 아니라, 금속간화합물 자체의 취약한 특성은 솔더 접합부의 신뢰성과 솔더링성에 나쁜 영향을 미친다.

따라서 본 연구에서는 Indium 솔더와 (Cu, Ni)substrate 사이의 고상 시효동안에  $Cu_{11}In_9$  와  $Ni_{10}In_{27}$ 의 성장반응에 관하여 연구하였다. 각 금속간화합물 상에 있어서의 성장속도상수(growth rate constants)가 시간과 온도의 함수로 측정되었고, 금속간화합물 성장의 활성화에너지 값이 계산되었다.

### 2. 실험방법

본 실험에서 사용된 기판은  $10 \times 10 \times 0.3\text{mm}$  크기의 순 Cu를 사용하였다. 이 Cu 기판을 아세톤으로 세척한 후, 표면에 산화물과 오염물을 제거하기 위해 10%  $H_2SO_4$ -90%  $CH_3OH$  용액에 담구었다. Ni/Cu 기판은 순 Cu 위에 Ni을 5-7 $\mu\text{m}$  전해도금 하여 제작하였으며, 솔더는 순도 99.99mass% 이상인 두께 약 1mm, 직경 6mm의 디스크 형태로 가공하였다. Solder sheet와 기판은 솔더링 전에 에탄올에 담구어 초음파 세척을 하였다. 각 substrate위에 솔더 시편을 올려놓고, R형 플렉스를 충분히 분사한 후 솔더의 용점보다 40 $^{\circ}\text{C}$  높은 온도에서 시편을 제작하였다. 각각의 reaction couple은 일정한 반응 온도로 유지된 oven( $\pm 1^{\circ}\text{C}$ )에서 시효처리 하였으며 시효 온도는 70, 100, 110, 그리고 120 $^{\circ}\text{C}$ 이고, 유지시간은 0에서  $4 \times 10^3$  ks이었다( $\pm 30$ 분). 계면 반응동안의 금속간화합물의 성장특성을 조사하기 위하여 모든 시편의 단면을 SEM(Scanning Electron Microscope)으로 관찰하였다. 금속간화합물의 두께측정은 Image Analysis Software를 사용하였다.

### 3. 실험결과 및 결론

금속간화합물은 솔더가 용해될 때 생성되고, 열적으로 활성화될 때 시간에 따라서 그 두께가 증가한다. 솔더와 bare Cu 계면에서는  $Cu_{11}In_9$  관찰되었으며, Ni/Cu 기판에서는  $Ni_{10}In_{27}$ 의 금속간 화합물이 관찰되었다.

Fig. 1은 보다 정확한 상 분석을 위해 bare Cu 기판과 Ni/Cu 기판의 솔더를 에칭액으로 날려버리고 XRD로 분석 한 결과와 top view 이미지이다.

Fig. 2은 각각의 Aging 온도에서 시간에 따른 금속간화합물의 성장을 나타내는 그림이다. 그림에서 보면 금속간화합물의 성장이 포물선 성장 거동을 함을 알 수 있다.

#### 4. 참고문헌

- 1) P. T. Vianco and F. J. Yost : Sandia Report, SAND 92-0211, Sandia Nat. Lab., April (1992) pp. 1-9.
- 2) C. B. Lee, S. B. Jung, Y. E. Shin and C. C. Shur : Materials Transactions 42 (2001) 751-755.
- 3) Y. C. Chen, C. C. Lee, Thin Solid Films 283(1996)243
- 4) R. Barnard, Plating 61(1974) 752
- 5) PAUL T. VIANCO, PAUL F. HLAVA, ALICE C. KILGO, J. Electron. Mater. 23 (1995) 583.
- 6) Y. H. TSENG, M. S. YEH, T. H. CHUANG : J. Electronic Materials 28 (1999) 105-108.
- 7) I. Y. Lee, C. B. Lee, S. B. Jung and C. C. Shur : J. Korean Welding Soc., 20 (2002) 97-102

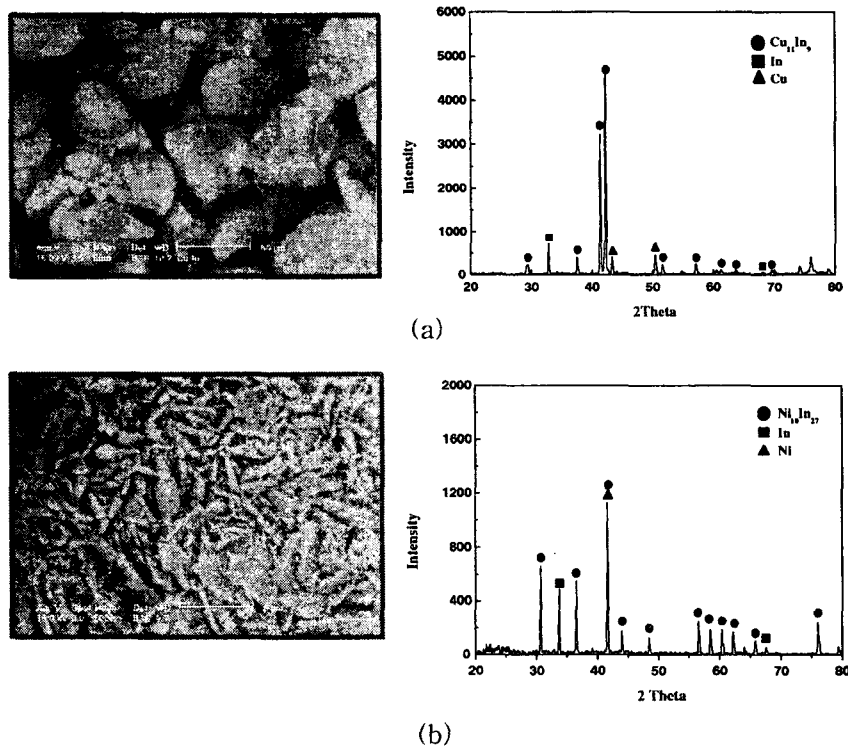
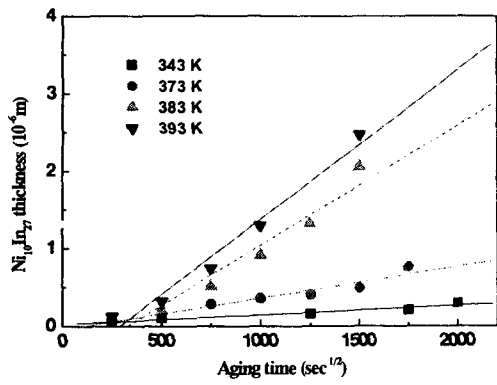
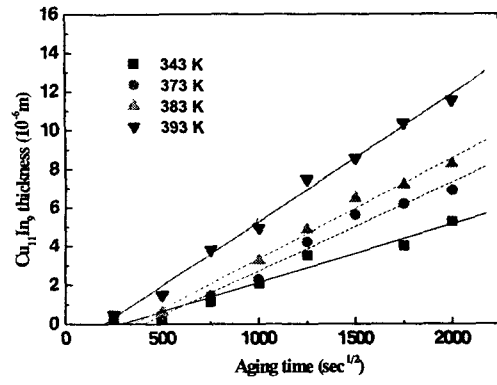


Fig. 1 The top view and the X-ray diffraction pattern, (a)  $\text{Cu}_{11}\text{In}_9$  and (b)  $\text{Ni}_{10}\text{In}_{27}$



(a)



(b)

Fig. 2 Thickness of intermetallic compound layers formed at interface between pure indium solder and substrate, (a) bare Cu and (b) electrolytic Ni/Cu.