

Sn-Bi 코팅에 의한 Sn-3.5Ag 저온 솔더링 특성

Low Temperature Soldering of Sn-Bi Coated Sn-3.5Ag Solder Alloy

김 숙환*, 김성욱*, 정재필**, Norman Zhou***

* 포항산업과학연구원 용접센터

** 서울시립대학교 신소재공학과

*** University of Waterloo, Canada

1. 서 론

최근 각종 환경오염에 따른 납 및 6가 크롬 등의 규제로 반도체를 비롯한 전자제품에서는 무연솔더(Pb-free solder)가 본격적으로 적용되고 있다. 대표적인 무연솔더인 Sn-Ag-Cu계는 용점이 높지만 Sn-37wt%Pb 공정솔더에 비해 인성, 크리프(Creep) 및 기계적 성질이 우수할 뿐만 아니라 Cu와의 젖음성도 양호하여 가장 널리 사용되는 무연 솔더 합금중의 하나이다.

특히, Sn3.5wt%Ag 공정솔더의 용점은 221°C로서 Sn37wt%Pb 공정합금(183°C)에 비하여 크게 높기 때문에 제조 공정라인의 장비운용에 문제 뿐만 아니라 IC 칩, PCB 기판 등에 열손상을 일으키는 등 많은 단점을 내포하고 있다. 이러한 솔더의 고융점 문제를 극복하기 위해 무연솔더에 합금원소를 첨가하거나 열역학적으로 용점을 낮추는 연구가 시도되고 있다. 본 연구에서는 Sn-3.5wt%Ag합금 표면에 용점이 낮은 2원계 Sn-Bi 합금(공정조성 138°C)을 코팅하여 솔더링성을 평가함으로써 무연솔더 대체가능성을 검토하고자 하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 Fig. 2.1에 나타난 바와같은 전해도금장치를 사용하여 Sn-Bi 합금도금층을 시편 표면에 형성시켰다. 이때 도금액은 methane sulfonate acid를 사용하였고, Sn²⁺ 및 Bi³⁺ 이온은 methane sulfonate solution 형태로 공급하였

다. 본 실험에 사용된 도금액의 성분은 Table. 2.1에 나타내었다. (Sn²⁺; 40g / liter, Bi³⁺; 5g / liter) 균일한 도금을 하기 위하여 도금조의 온도를 43°C로 유지시키면서 magnetic stirrer (250rpm)로 도금액의 이온분포가 균일하도록 교반하였다.

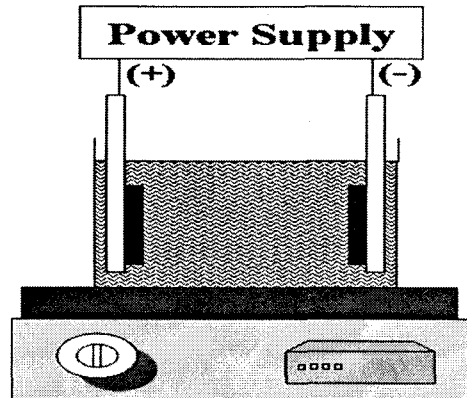


Fig. 2.1 Schematic diagram showing an electroplating process

Table. 2.1 Composition of plating solution.

Components	Volume fraction	Function
Methane Sulfonate acid	0.28	Solvent
SLOTLOY SNB 22	0.04	Grain Refiner
SLOTLOY SNB 14	0.01	Ion Homogenization
D.I. Water	Bal.	
Sn ²⁺	40g/liter (solute)	
Bi ³⁺	5g/liter (solute)	

도금층 도금액 내에서 SnO₂ 산화물의 석출에 의한 Sn²⁺ 이온의 소모를 보충하기 위해, 도금조에서의 양극은 Sn plate를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 3.1은 180°C와 200°C에서 리플로우 한 후 용융된 영역의 석출입자의 분포와 모식도를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 온도에 관계없이 계면과 솔더 내부에 금속간 화합물이 형성되어 있음을 확인할 수 있다. 그러나 온도가 높은 경우에 계면의 금속간 화합물(Cu₆Sn₅) 층이 두꺼운 것을 알 수 있다. 이것은 금속간 화합물의 형성 및 성장이 확산율속이고, 확산과정은 온도와 시간의 함수이기 때문에 고온에서 확산속도가 크기 때문인 것으로 판단된다.

Ag₃Sn 및 Bi는 Sn-3.5Ag 솔더내에 석출되지만 입자수와 석출량은 온도가 낮은 조건에서 더 큰 것을 알 수 있다. 이것은 도식적인 그림에서 알 수 있듯이 온도가 낮을수록 용융량이 적기 때문에 용융지에서 Bi의 함량은 훨씬 높게 된다. 특히, Sn내의 Bi 고용한이 매우 작기 때문에 냉각 후 응고영역에서 Bi의 석출량은 많아지게 되는 것으로 사료된다.

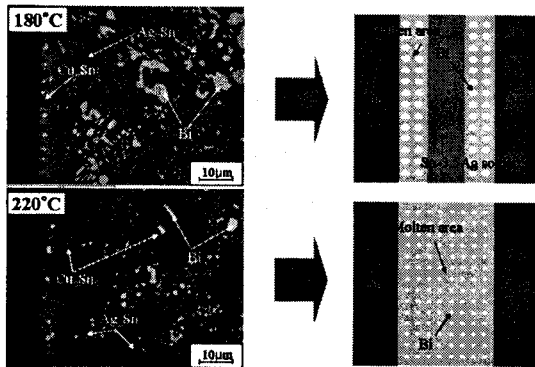


Fig. 3.1 BSE images of Sn-Bi coated Sn-3.5Ag solder/Cu after reflow at temperatures (a) 180°C and (b) 220°C.

Fig.3.2는 Au(0.5nm)/Ni(5µm)/Cu(18µm) UBM 위에 Sn-Bi도금된 도금층의 두께가 솔더볼의 전단강도에 미치는 영향을 검토하기 위하여 시험한 결과를 나타내었다. Sn-Bi가 도금된 Sn-3.5Ag 솔더의 전단강도는 200°C에서는 강도의 편차가

심해 신뢰성 있는 데이터를 얻을 수 없었지만, 220°C x 5~10분 조건에서는 도금된 솔더볼의 강도가 평균 355 g-force로 기존 유연솔더와 거의 비슷한 값을 보였다. 그러나 250°C에서 리플로우 한 조건에서는 333g-force로 강도 값이 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 금속간 화합물의 형성에 기인된 것으로 판단된다. 즉, 200°C에서는 온도가 낮기 때문에 금속간 화합물 형성이 불균일하거나 충분하지 않아 발생된 결과로 생각되며, 온도가 높은 250°C에서는 금속간 화합물이 과도하게 성장한 결과로 해석할 수 있다. 왜냐하면 금속간 화합물은 일반적으로 취성이 강하기 때문에 과도한 성장은 강도의 약화를 초래한다. 이러한 과도한 금속간 화합물의 성장 때문에 강도 값이 감소한 것으로 판단된다.

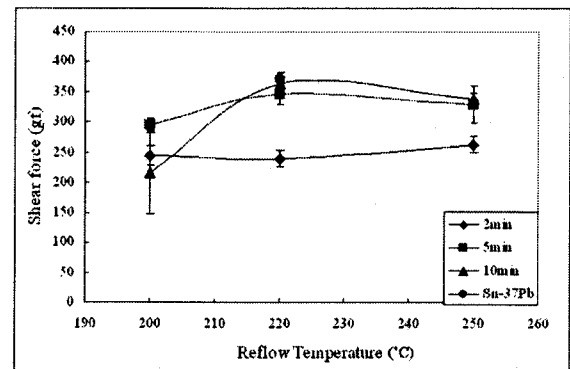


Fig. 3.2 Comparison of shear strengths due to the various plating times

4. 결 론

Sn-Bi 전해도금된 Sn-3.5wt%Ag 합금의 저온솔더링 가능성을 검토한 결과는 얻어진 결론은 다음과 같다.

- 1) Sn-Bi 도금된 Sn-3.5wt%Ag 합금의 전단강도가 220°C 솔더링에서 기존의 유연솔더와 거의 동등 수준인 355g-force로서 적용가능성을 확

인하였다.

2) 솔더링 특성 평가 결과 계면에서는 주로 Cu_6Sn_5 금속간 화합물이 형성되었으며, 솔더 내부에 Bi와 Ag_3Sn , Cu_6Sn_5 의 금속간 화합물이 형성됨을 확인할 수 있었다.

3) 온도별 리플로우 솔더링 결과 220°C 에서 5~10분 동안 도금된 솔더볼의 강도가 가장 높았으며, 250°C 로 증가할 경우 오히려 강도 값이 감소하는 경향을 보였다

참고문헌

1. E. Jung, K. Heinrich, J. Kloeser, R. Aschenbrenner and H. Reichl, *Proc. IEEE/CPMT Berlin Int'l Electron., Manufact. Technol. Symp.* (IEEE, 1998) pp.82-91.
2. C. Kanchanomai, Y. Miyashita, Y. Mutoh and S. L. Mannan: *Mater. Sci. Eng. A* 345, 90 (2003).
3. W. Welch, J. Chae, S. H. Lee, N. Yazdi, K. Najafi, *Proc. 13th Int. Conf. Solid-state sensors, Actuators and Microsystems* (Korea, 2005), pp.1350-1353.