Flipchip 패키징에서 SnPb와 SnAg 솔더의 Electromigration거동

(Electromigration behavior of SnPb and SnAg solder for Flipchip packaging)

서울대학교 이상수, 최재영, 주영창*

1. 서론

오늘날 집적소자의 고집적화, 소형화에 따라 칩내의 트랜지스터의 수와 전력 소모가 급격한 증가를 하고 있으며, 이에 따라 집적소자의 flipchip 패키징시 사용되는 솔더 bump의 크기도 점점 작아지고 전류밀도도 10^4A/cm^{2}의 수준으로 급격히 증가하고 있다. 이러한 전류밀도의 증가로 솔더에서 일렉트로마이그레이션(electromigration, EM)에 의한 파괴가 심화될 것으로 예상된다. 또한 최근에 납의 독성 때문에 무연솔더(lead-free solder)의 사용이 늘고 있는데 이런 새로운 물질의 사용 시 EM에 대한 저항성을 평가해야만 한다. 이 연구는 널리 사용되고 있는 솔더 물질인 공융조성의 SnPb와 대표적인 무연솔더인 SnAg합금의 EM 거동을 살펴본다.

2. 실험 방법

공융조성($Sn_{63}Pb_{37,wt\%}$) SnPb과 SnAg($Sn_{96.5}Ag_{3.5}$) 합금을 폭 100㎛, 두께 1~3.5㎛인 선형의 시편을 제작하였다. 이는 널리 쓰이는 Flipchip 형태와 상이하지만, 선형의 형태를 통해서 단면적을 일정하게 하여 전류밀도를 일정하게 할 수 있어서 Electromigration 물성값을 쉽게 얻을 수 있으며 미세구조 변화양상과 확산종의 분석도 용이하다는 장점이 있기 때문이다. 이 시편들을 80°C, 90°C, 100°C 온도의 hot plate 위에 놓고, 2시간 동안 각 온도에서 열처리를 한 후, probe으로 시편에 4.6×10^4A/cm^2 혹은 8.7×10^4A/cm^{2}의 전류를 흘리면서 시편의 저항을 측정하였다. 또한 test 후 미세조직과 조성의 변화를 SEM으로 관찰하였다.

3. 실험 결과

4일간 100°C 열처리만 한 시편은 미세 구조의 큰 변화는 발견되지 않았으나 100°C 온도에서 4일간 4.6×10^4A/cm^{2}의 전류 밀도를 가해준 시편은, 주로 양극(anode) 끝에는 hillock이 생성되지만 음극(Cathode) 끝에는 공공(Void)혹은 아닌 분지형태의 국부적인 고갈이나 전반적인 두께의 감소하는 것과 같은 심각한 미세 구조의 변화가 관측되었다. 그리고 4일간 100℃에서 8.7×10^4A/cm^{2}크기의 전류 밀도를 가해준 시편의 경우에는, 정확히 양극 끝에 힐록이 생성되었으며 음극 끝에는 공공이 형성되었다. 저항증가율의 측정을 통해 SnPb의 Electromigration을 위한 활성화 에너지는 0.77eV임을 얻었고, SnAg는 같은 조건에서 저항증가율이 SnPb의 45%~65%까지의 값들로 측정되어서 EM에 더 강한 저항성을 보여주는 것을 관찰 하였다.

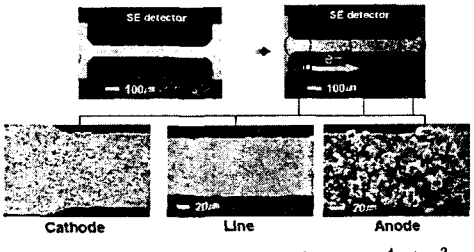

Fig.4. SEM images: 120hours, 100℃, 8.7×10^4A/cm^2

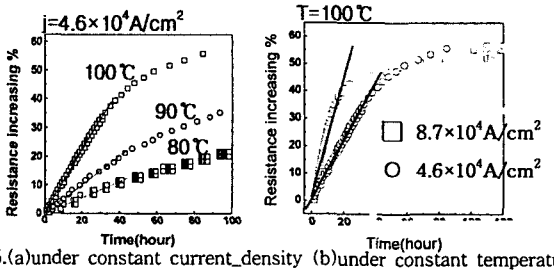

Fig.5.(a)under constant current_density (b)under constant temperature