

# 공정 조성의 SnPb 솔더 라인의 electromigration 현상시 발생하는 Pb의 조성 변화와 물질 이동 분석 (Correlation between Pb migration and edge drift in electromigration of eutectic SnPb lines)

윤민승\*, 고민구, 주영창  
서울대학교 재료공학부

## Abstract

오늘날 반도체 소자의 집적화, 소형화는 입출력 단자 수의 급격한 증가와 솔더 범프 크기의 감소를 유발하게 되었다. 이는 각각의 솔더 범프에 흐르는 전류밀도를 급격하게 증가시키면서 반도체 배선에서 발생하는 electromigration (EM)에 의한 신뢰성 문제가 플립칩 솔더 범프에도 발생될 수 있음을 의미한다. 기존의 Al 혹은 Cu 배선에서는 EM 연구가 많이 이루어져 있으나 솔더에서의 EM에 의한 신뢰성 연구는 많이 미진한 상태이다. 그리고 Al 혹은 Al(Cu)배선은 거의 단일 물질로 이루어져 있으나 공정 조성의 SnPb는 두 물질로 구성되어 있기 때문에 Sn과 Pb의 이동을 각각 분석하는 것이 SnPb의 EM에 의한 신뢰성 현상을 정확히 이해할 수 있다. 본 연구에서는 공정 조성의 SnPb 선형 시편의 EM 특성을 분석하였다. 선형 시편은 실제 소자에서 사용되는 플립칩 솔더 범프와는 구조가 다르지만 플립칩 범프에서 관찰하기 힘든 미세한 변화를 쉽게 분석할 수 있는 장점을 가지고 있다. 형성되는 공공의 길이와 라인 길이에 따른 조성 변화를 쉽게 분석할 수 있다. 100  $\mu\text{m}$  폭과 약 4  $\mu\text{m}$  두께를 가지는 SnPb 라인을 제작하였다. 라인의 길이는 100~1000  $\mu\text{m}$ 로 변화시켜 EM 거동을 확인하였다. 또한 SiO<sub>2</sub>를 패터닝하여 라인과 패드를 분리시켜 EM 테스트시 패드의 영향을 배제시켰다. EM 테스트는  $4.0 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$ 의 전류밀도, 그리고 90-110  $^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 테스트하였다. 시간에 따라 Secondary Electron Microscope (SEM) 분석을 한 결과 공공이 형성되기 전에 인큐베이션 시간이 존재함을 확인하였다. 인큐베이션 시간 후에 Energy Dispersive X-ray (EDX) 분석을 통해 Pb의 위치에 따른 조성을 분석한 결과 음극 끝에선 Pb가 고갈되고 음극에서 약간 떨어진 위치에 Pb가 축적됨을 관찰하였다. 위의 결과로부터 SnPb EM시 Pb가 Sn보다 먼저 이동함을 확인할 수 있었고, Pb가 고갈되고 축적되는 현상이 인큐베이션 타임을 형성하는데 영향을 끼친다고 생각된다. Pb 조성 분포를 라인 길이에 변화시켜 가면서 분석하여 Pb 조성 분포가 인큐베이션 시간에 미치는 영향을 분석하였다.