

## 열사이클 시뮬레이션을 이용한 박막재료의 균열 평가 (Evaluation of a cracking of thin film materials by simulation of thermal cycling)

서울대학교 재료공학부 이소윤, 정증현, 권동일

### 1. 서론

박막소재를 비롯한 칩이나 전자 패키징에서는 증착 혹은 사용 중에 발생하는 열응력으로 인하여 박리나 균열과 같은 다양한 파손현상이 발생한다. 따라서 이러한 박막재료에서의 열 잔류응력의 정량적인 평가와 이를 통한 제품의 열적, 기계적 신뢰성 자료의 축적이 요구되어진다. 본 연구에서는 금속이나 폴리머와 같은 연질 기판 위에 경질 박막이 증착된 시스템에 대해 열사이클에 의해 발생하는 파손기구를 제시하고 실험적인 결과와 FEM 모델링을 이용하여 타당성을 검증하였다.

### 2. 실험방법

Al 기판에 보호층으로 사용되는 SiN을 PECVD를 이용하여 300°C에서 증착하였다. 상온에서 400°C까지 10°C/min의 속도로 열사이클 실험을 행하고 이때 온도변화에 따른 변형정도를 실시간 곡률 측정이 가능한 레이저 스캐닝 장치를 이용하여 측정하였다. 그리고 사이클에 따른 SiN 박막의 파손정도를 SEM을 이용하여 관찰하였다. ANSYS 프로그램을 이용한 FEM 모델링으로부터 열사이클 이후의 막에 생기는 응력 변화 및 변형 정도를 평가하였다. 또한 기판의 폭과 박막두께의 비를 변화시켜 응력값에 미치는 영향을 평가하였다.

### 3. 실험결과

연질 기판위에 경질 박막이 존재하는 시스템(SiN/Al)에서는 반복된 열사이클로 인해 경질 박막에서 균열이 발생하는 것을 관찰할 수 있었지만, 경질 기판 위에 경질막의 경우에는 균열이 잘 발생되지 않았다. 이것은 열팽창계수가 큰 연질 기판에서 반복되는 열사이클링 동안 소성변형이 이루어지고, 이에 따라 박막에서는 수직 인장응력에 의하여 균열이 발생되기 때문이다. 또한, FEM 분석결과, 박막의 수직응력은 기판의 폭이 증가할수록 커지는 반면, 박막의 두께가 감소할수록 증가하는 것을 알 수 있었다.