

소성변형률 이론에 기초를 둔 파손확률모델을 이용한 솔더 조인트의 건전성 평가

명노훈*(인하대원), 이억섭(인하대 기계공학부), 김동혁(인하대원)

주제어 : 솔더 조인트(Solder Joint), 열팽창계수, 파손확률, 소성변형률, Coffin-Manson Fatigue Model, Total Strain Fatigue Model(Coffin-Manson-Basquin), Solomon Fatigue Model

고도화로 정밀해진 현대 과학기기에는 여러 가지 전자 패키징 제품들이 쓰이고 있으나 이 제품들은 여러 가지 파손인자들의 영향 때문에 고유의 수명을 다하지 못하고 고장이 발생하게 된다. 전자부품 실장에 이용되는 솔더 조인트의 열화에 관련되는 열 피로와 이온 마이그레이션(Migration) 현상이 솔더 조인트의 신뢰성에 영향을 미치는 가장 중요한 인자로 알려져 있고 이러한 인자 이외에도 여러 가지 요인들이 복합적으로 작용하여 솔더의 접합부분에 피로파괴를 일으킨다. 특히 서로 기계적인 성질이 다른 부품들 사이에서 열팽창계수의 차이로 인해 솔더 조인트의 온도변화에 대응하는 변형과 응력이 발생되고 결과적으로 솔더 조인트에 열 피로 고장을 유발시키게 된다.

본 연구에서는 신뢰도 지수를 이용한 확률론적 방법중의 하나인 FORM(First-Order Reliability Method)와 Fig.1에서 보인 것과 같이 부품과 FR-4 Board의 열팽창계수 차이에 의해 발생하는 변형률로 인해 솔더에 유발되는 응력을 이용하여 열팽창계수, 온도변화, 솔더의 높이, 솔더와 솔더 사이의 거리 등과 같은 경계조건이 솔더 조인트의 파손확률에 미치는 영향을 체계적으로 규명하였다. 솔더 조인트 피로 모델은 응력, 소성변형률, 크리프 변형률, 에너지, 손상에 기초를 두고 5가지의 범주로 분류할 수 있는 14가지가 있으며, 각각의 모델들은 여러 가지 파라미터들이 적용되는 패키지들로부터 도출해낼 수 있다. 열싸이클 조건과 솔더 조인트의 재료물성치를 이용하여 열로 인한 재료의 변형률을 산정하고 솔더 조인트 피로 모델을 통해 파손확률을 정량적, 가시적으로 도출하였다. 14가지 솔더 조인트 피로 모델중 본 연구에서는 소성변형률에 기초를 둔 Coffin-Manson Fatigue Model, Total Strain Fatigue Model(Coffin-Manson-Basquin), Solomon Fatigue Model을 사용하여 도출된 파손확률을 비교 분석하였다.

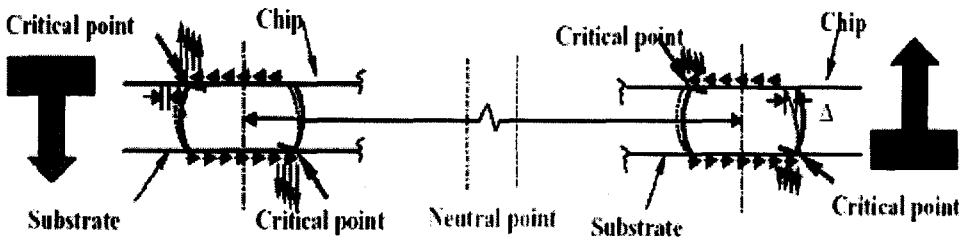


Fig. 1 An illustration of thermo-mechanical Deformation in solder joints