# Optical Passive Component 의 열응력 변화에 따른 문제 연구

박제영, 차두열, 여동훈*, 김종희* 장성필
인하대학교 전자공학과, 요업기술원 시스템 모듈사업단*

# Research of the Thermal Stress effect for Optical Passive Component

Je-Yung Park, Doo-Yeol Cha, Dong-Hun Yeo*, Sung-Pil Chang
Inha Univ. electronic engineering, Korean institute of ceramic ENG.& TECH.*

**Abstract :** 현재의 소자간 연결을 위해 사용되는 금속배선의 한계로 인해 보다 고속/대용량의 광연결(Optical Interconnection)이 크게 각광받고 있다. 본 논문에서는 FEM 시뮬레이션(Finite Element Method Simulation)을 통해 온도변화에 따른 기판에서의 온도분포를 살펴보고, 열응력 분포와 열응력 집중에 의한 기판의 변형으로 인한 문제를 연구하였다. 이를 통해 향후 Optical Passive Component 설계시 Optical Passive Component 변형의 원인이 될 수 있는 열원들의 배치를 최적화 시키고 기판의 취약부분을 보강하여 우수한 성능의 Optical Passive Component 제작을 목표로 하고 있다.

**Key Words :** 광연결, FEM 시뮬레이션, Optical Passive Component

## 1. 서 론

현재 정보화 시대에서는 전자기기의 고속화 및 고집적화, 대용량화를 요구하고 있다. 전자기기의 집적도와 클럭속도의 증가에 따라 효과적인 성능을 위해 통신 대역폭의 증가가 반드시 수반되어야 한다. 그러나 기존의 전기적 연결의 경우 전자파 간섭, 누화, 신호 왜곡 현상 등의 여러 가지 심각한 문제점이 발생하여 금속배선의 연결 길이가 제한된다. 그러한 문제점으로 인해 새로운 방안들이 제시되고 있는데 그중 가장 각광받고 있는 것이 광연결이다. 미래의 고속 / 대용량 데이터 통신을 위한 새로운 구조의 연결 중 하나로 광연결이 생각되고 있다. 광연결은 전기적 연결과 비교하여 간섭이나 누화에 민감하지 않고 수 Tbps의 높은 대역폭도 가능하다. 그러나 광연결에도 몇 가지 난관이 있는데 그중 하나가 온도 상승에 의해 발생될 수 있는 광소자(Laser diode)의 광출력 감소와 온도변화에 따른 Optical Passive Component 의 변형으로 광연결시 부적합한 정렬을 가져올 수 있다. 특히 후자의 경우 광연결의 특성상 심각한 결과를 초래할 수도 있다. 온도 상승의 원인은 전자소자의 발열뿐만 아니라 Optical Passive Component 제작공정에서의 높은 공정온도 역시 원인이 될 수 있다. 본 논문에서는 현재 광연결의 매개체로 많은 연구가 진행되고 있는 광도파로 Optical Passive Component 변형의 가장 큰 원인이 되는 열응력 분포와 집중현상을 시뮬레이션을 통해 알아보고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 기본 이론

시뮬레이션에 앞서 Optical Passive Component 모델링에 필요한 이론을 살펴보았다. 기판에 열응력이 발생되는 원인인 기판의 온도 변화는 열원(LD, PD, Driver IC 등)에 의한 열전달로 정의할 수 있고 열전달 메커니즘 중 가장 큰 원인이 되는 것은 열전도가 된다.[1]

$$Q = -kA\frac{dT}{dx}$$ Total Heat transfer

$$q = -k\frac{\Delta T}{L}$$ Heat transfer for 1-Dimension

위 공식중 첫 번째 공식은 열전도 공식인 푸리에 법칙으로 1차원적으로 보면 두 번째 공식을 유도해 낼 수 있다. 또한 이렇게 구해진 열전달량을 가지고 열저항을 유추해 낼 수 있는데, 열저항은 기본적인 회로이론의 법칙을 적용시켜 보다 수월하게 열발생을 살펴보고 계산할 수 있다.[2]

$$R_c = \frac{\Delta T}{Q}$$ Thermal Resistance

열전달량을 구하게 되면 열저항을 얻을 수 있는데, 그것을 이용하여 Optical Passive Component 에서의 열발

생 추이를 살펴볼 수 있다.

### 2.2 시뮬레이션

앞에서와 같이 이론적으로 모델링된 Optical Passive Component 모델을 가지고 열전달과 열발생 추이를 얻을 수 있었다.[2][3][4]

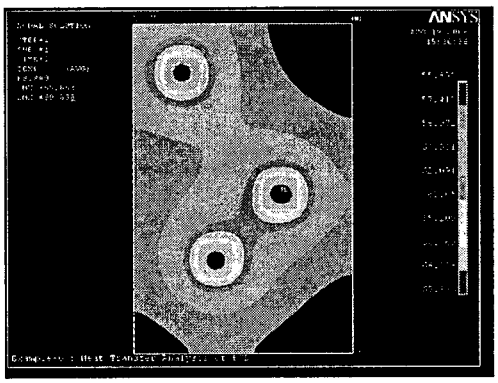

그림 1. Optical Passive Component 의 열분포

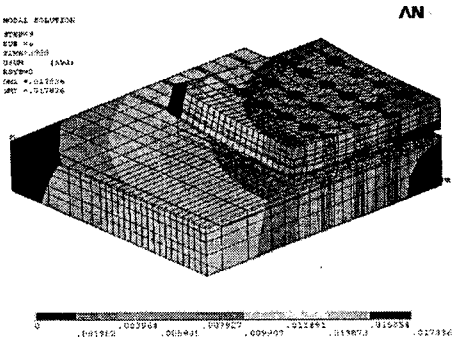

그림 2. Optical Passive Component 변형

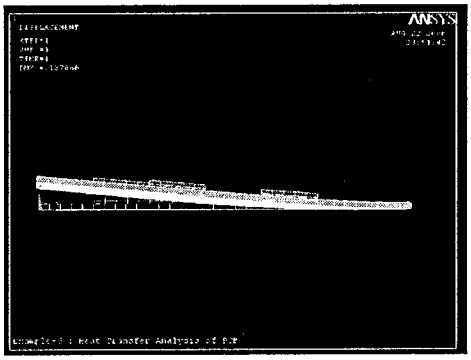

그림 3. Optical Passive Component 변형(측면도)

## 3. 결과 및 고찰

위 시뮬레이션 결과와 같이 Optical Passive Component 에서 온도변화에 의해 변형이 발생될 수 있다는 것을 알 수 있다.

실장된 소자뿐만 아니라 Optical Passive Component 전체에 걸쳐 변형이 일어났으며 변형의 원인은 각 물질의 열팽창계수의 미스매치로 인한 열변형률 차이 때문이다. 만약 Optical Passive Component 자체의 하중도 적용된다면 더욱 심각한 변형을 초래할 수 있다.

## 4. 결 론

지금까지 시뮬레이션을 통해 온도 변화와 Optical Passive Component 의 변형을 보았다. 물론 실제 결과와는 차이가 있을 수도 있으나 열변형 추이를 살펴보았을 때 실제 Optical Passive Component 에서도 열변형이 일어날 것임을 쉽게 알 수 있다. 열변형에 의해 광도파로의 정렬이 뒤틀리거나 혹은 광도파로의 굴곡으로 발생으로 전달손실이 크게 발생된다면 그것은 Optical Passive Component 의 성능과 신뢰성에 막대한 손실을 줄 수 있기 때문에 열변형을 줄일 수 있는 방안을 모색해야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 "정밀화학 기반기술 개발사업"의 집적화 공정 개발의 지원으로 수행됨.

## 참고 문헌

[1] James M. Gere, "Mechanics of Materials", pp. 93-95.

[2] P. Roux and E. Woirgard, "FEM modelling of electro-optical micro-shutter", sensors and actuators A, 2004.

[3] Marko Labudovic, "Heat Transfer and Residual Stress Modelling of a Diamond Film heat Sink for high Power Laser Diode", IEEE transactions on components and packaging technologies, VoL.20 No.3, 2003.

[4] M. Labudovic, "Finite Element Modeling of High Power laser Diode", IEEE international conference on advanced thermal processing of semiconductors, p. 177-182, 2002.