

10Gbps 광 송수신 모듈의 Crosstalk 저감 설계

Electrical Crosstalk Reduction Design for 10Gbps Optical Transceiver module

임권섭, 강현서

한국전자통신연구원 광통신연구센터

kaide.lim@etri.re.kr

인터넷상에서 트래픽의 폭발적인 성장으로 데이터 통신에 대한 전송용량도 꾸준히 증가하여 10Gbps 이더넷과 같은 초고속 데이터 전송 시스템에 대한 수요를 증가시키고 있다. 10Gbps 광 송수신기는 이러한 고속 광통신 시스템의 핵심부품으로, 10GHz 이상의 주파수 응답특성과 광대역에서 -10dB 이하의 반사손실이 요구된다. 본 논문에서는 광대역 임피던스 매칭 및 LD(Laser Diode) 구동회로 등의 스위칭 소자에 의해 발생하는 고주파 노이즈를 제거하기 위해 송신기 서브모듈에서 저역통과필터를 구현하여 수신 모듈로 전달되는 Crosstalk 노이즈를 저감하는 방법에 대해서 기술하고 있다.

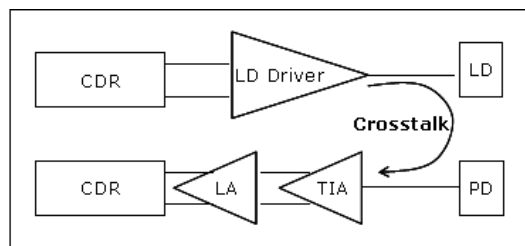


그림 1. Crosstalk에 의해 송신 모듈에서 수신 모듈로의 노이즈 전달 경로

그림 1에 나타난 것과 같이, 광 송수신기 모듈에서 해결해야 할 중요 문제는 송신 모듈에서 수신 모듈로 전달되는 Crosstalk에 의한 노이즈이다. 일반적으로 수신기 모듈의 대역폭이 송신기 모듈보다 넓기 때문에 LD 구동회로와 LD 사이에서 발생한 고주파 성분이 Crosstalk에 의해 PD(Photo Diode) 또는 TIA(Trans-Impedance Amplifier)에 전달되었을 경우 미약한 노이즈가 증폭되어 시스템의 성능저하를 가져오게 된다. 또한 광 송수신 모듈에서의 주파수 특성을 제약하는 요인으로 와이어 본딩을 포함한 패키징과 전송선로 등에 의해 발생하는 기생 성분들로 인한 임피던스 부정합이 있다. 특히 본딩 와이어로 인한 기생 인덕턴스는 반사손실의 주요한 원인으로, 이로 인한 성능저하를 막기 위해서 본딩 와이어의 길이를 최소화하고 더블 본딩 하거나 리본 와이어 또는 플립칩 본딩 방법을 사용하기도 한다.⁽¹⁾ 본 논문에서는 FIM(Finite Integration Method)을 이용한 3D EM Field Simulator를 이용하여, 본딩 와이어로 인한 반사손실을 줄이고⁽²⁾ 10GHz 이상의 고주파 노이즈를 제거하기 위해, 그림 2와 같이 본딩 와이어의 기생 인덕턴스 성분과 그림 하단에 표시한 것과 같이 서브마운트와 피드라인에 커패시턴스와 인덕턴스 성분을 갖도록 설계한 전송선로 패턴을 이용하여 저역통과필터 특성을 갖는 송신모듈을 설계하였으며, 그림에 표시한 형상파라미터들을 변경하며 계산된 반사손실과 차단 주파수 특성을 그림 2에 나타내었다. 또한 30mA의 구동전류에서 11.0Ghz의 주파수 응답을 갖는 DFB(Distributed Feed-Back) LD의 초고주

과 등가회로를 이용해, 설계된 저역통과필터 특성을 가진 모듈의 서브마운트에 DFB LD를 실장 한 후 송신 모듈의 주파수 응답 특성과 반사손실 특성을 각각 그림 3에 나타내었다.

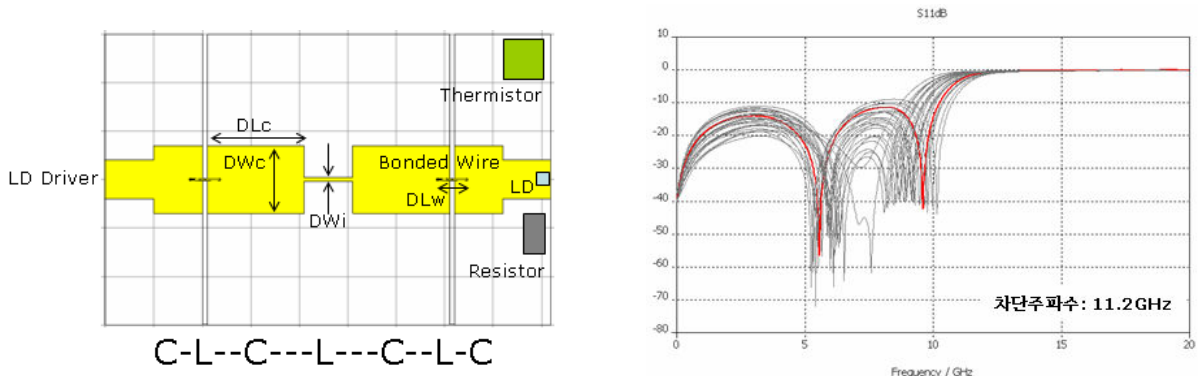


그림 2. 저역통과필터 특성을 갖는 송신 모듈의 도해와 반사손실

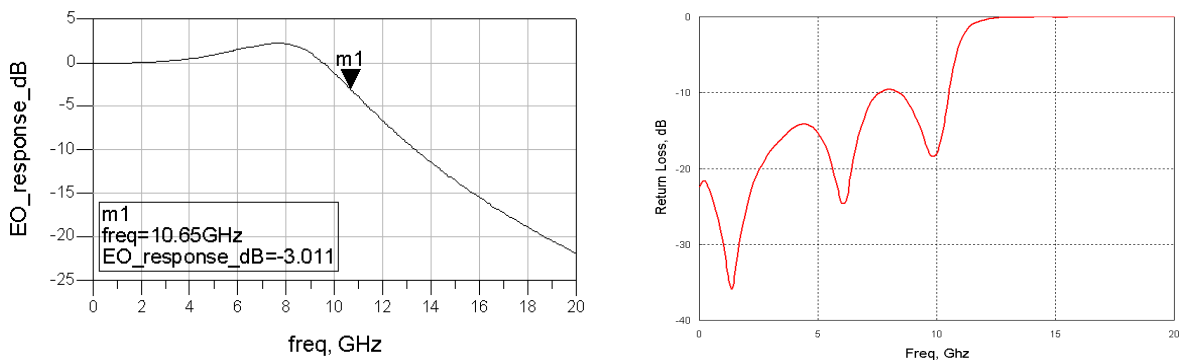


그림 3. 송신 모듈의 E-O Response와 반사손실

본 논문에서는 본딩 와이어 및 송신 모듈의 서브마운트와 피드라인의 전송선로를 이용하여 저역통과필터 특성을 갖는 광 송신 모듈을 구현하여 광대역에서의 임피던스 매칭 및 수신 모듈에서의 Crosstalk 노이즈를 저감하는 방법에 대해서 기술하였다. 설계된 광 송신모듈은 11.5GHz의 차단 주파수를 갖는 저역통과필터 특성과 10.6GHz의 주파수 응답 특성, 그리고 직류에서 10GHz까지의 광대역에서 -10dB 이하의 반사손실 특성을 보였다. 본 논문에서 상술한 Crosstalk 노이즈 저감 방법은 송수신 모듈의 데이터 전송속도가 비대칭일 경우, 특히 수신 모듈의 전송속도가 송신 모듈보다 높을 경우 송신 모듈의 전송속도에 해당하는 차단주파수를 갖는 저역통과필터 특성을 갖는 송신 모듈을 사용한다면 매우 효과적인 광 송수신 모듈의 Crosstalk 노이즈 저감 방법이 될 것이다.

1. Seong-Su Park et. al., "High Frequency Modeling for 10Gbps DFB Laser Diode Module Packaging", IEEE Electronics Components and Technology Conference, 884-887 (1996).
2. U. Geobel, "DC to 100 GHz Chip-to-Chip Interconnects with reduced Tolerance Sensitivity by Adaptive Wirebonding", IEEE 3rd Topical Meeting on Electrical Performance of Electronic Packaging, 182-184 (1994).