

## 초고속 광통신용 반도체 소자

## High-Speed Semiconductor Optoelectronic Devices

심종인

한양대학교 안산캠퍼스 전자컴퓨터 공학부

jishim@giga.hanyang.ac.kr

2000년 초기에 시작된 정보 통신 분야의 버블 붕괴 이후, 최근 IT 경기 회복의 징후가 곳곳에서 나타나고 있다. 장거리 대용량 통신에 기반을 두었던 파장다중화(WDM)용 시스템 및 부품들이 버블 이전에 주류를 이루었던 것에 반하여, 최근에서 Metro 혹은 Enterprise 네트워크용 10Gb/s OTDM용 장비 및 부품들이 IT 경기 회복의 가장 큰 시장으로 예상되고 있다. 본 강좌에서는 이러한 최근의 환경변화에 따라 10Gb/s급 광통신용 송수신 반도체 광원 및 수신소자들에 관하여 주로 다룬다. 더불어 미래 기술인 40Gb/s급 광소자의 연구 내용에 대해서 간략히 소개하고자 한다.

그림 1은 반도체 레이저 수요량에 기초한 미래 광통신 네트워크의 발전을 예측한 결과이다. 그림 1에서 알 수 있는 바와 같이 미래의 광부품 시장 가운데 70% 이상이 core metro 네트워크에 사용되어 질 것으로 예측되고 있다. 전송 속도 측면에서는 10Gb/s로 동작하는 반도체 레이저(LD), EML, PD등이 60% 이상의 광부품 시장을 형성하고, 이들의 대부분이 Transceiver, Transmitter, Receiver 등에 사용되어 질 것으로 예상되어진다. 수년전에만 하여도 광부품들의 연구는 소자의 특성 향상 자체에 많은 노력이 기울여져 있었는데 반하여, 최근에는 광모듈의 소형화 추세에 발맞추어 광소자 패키지의 소형화, 표준화, 광기능 소자들의 집적화 기술에 많은 노력이 기울여져 지고 있다. 본 발표에서는 10Gb/s 광집적 모듈에 관한 표준화안 가운데 가장 우수한 것으로 알려져 있는 xFP형 transceiver에 사용되는 TOSA(Transmitter Optical Sub-Assembly)를 중심으로, 광소자의 성능향상 기술과 이들의 패키징 기술에 대하여 알아본다. 그림 2에 TOSA의 구조를 나타내었다.

개별 광소자 성능향상 기술에서는 반도체 레이저의 직접변조 특성 및 반도체 레이저의 온도 특성 향상 기술을 주로 다룬다. 특히 광모듈의 소형화 및 고속화 추세에 따라 광패키지의 RF 회로 모델링 기술, 광소자의 모델 파라미터 추출기술, 광결합 기술들이 매우 중요하다. 연구 개발되어진 TOSA의 일례를 통해 이들의 상세 기술들을 알아 본다. 광수신용 소자로서는 10Gb/s PIN-PD와 APD가 있다. 10Gb/s PIN-PD는 중단거리에서 주로 사용되어 지며, 10Gb/s APD는 고감도이기 때문에 장거리 통신용 광수신기에 이용될 수 있다. 아직 그 제작 기술의 어려움으로 인하여 완전히 상용화에는 도달하지 못하고 있다. 본 발표에서는 10Gb/s APD 개발에 필요한 nonlocal model에 기초한 APD 설계 기술, 제작기술 등을 소개한다.

광소자의 성능향상을 위한 다른 또 다른 접근 방법으로는 광소자의 집적화기술이 있다. 광소자 집적화는 성능향상 뿐만 아니라, 소자의 신뢰성 향상 및 패키지의 소형화 측면에서도 매우 중요하다. 집적 광소자의 가장 대표적인 예로서는 반도체 레이저 및 광흡수변조기 집적화 소자가 있다. 반도체 레이저의 직접변조 시 발생하는 처핑을 억제하기 위하여 광흡수변조기를 이용하여 신호를 변조하는 방식으로, 장거리 고속 통신용 광원으로서 매우 중요한 소자이다. 반도체 레이저/광흡수변조기/(광증폭기) 집적화 기술에 대하여 소개하고자 한다.

표 1은 거리, 속도 별로 필요한 광원 및 수광소자의 조합을 나타낸 것이다. 2005년 이후에서는 40Gb/s(OC-768)를 기반으로 하는 광전송 시스템이 서서히 사용되어 질 것으로 예상되고 있다. 40Gb/s 반도체 광변조기로서는 소자의 RC 시정수로 제한되는 기존의 lumped형 광소자 대신, 진행파형 광소자들이 사용될 것으로

예상된다. 40Gb/s 광소자들 중에서 가장 핵심 소자인 40Gb/s급 진행파형 광변조기의 개발 기술에 대하여 소개한다.

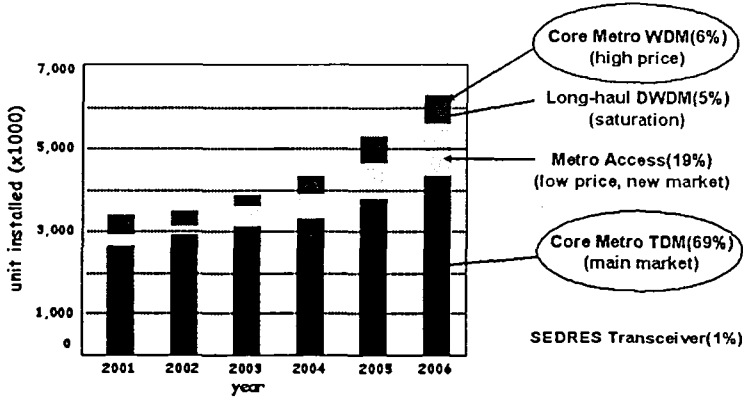


그림 1. 반도체 레이저의 수요 예측

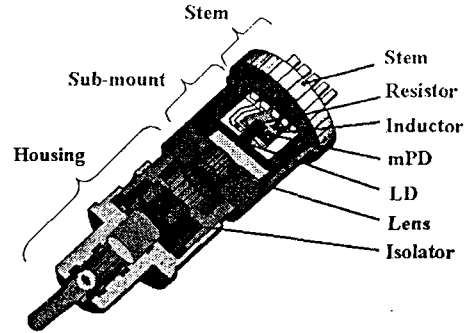


그림 2. TOSA의 block diagram

표 1. 광전송 거리 및 속도에 따른 광원 및 광검출기의 조합

data rate	reach	wavelength (nm)	Laser Type	detector type
40 Gb/s	VSR	850 1310	VCSEL EML	PIN PIN
	Short	1310	EML	PIN
	intermediate/long	1550	CW DFB	PIN or APD
10 Gb/s	VSR(<600m)	850 1310	VCSEL uncooled DFB	PIN PIN
	Short(2km)	1310	cooled or uncooled DFB	PIN
	Intermediate (2-20km)	1310 1550	cooled DFB EML	PIN PIN
	Long(>40km)	1550	EML CW DFB	APD APD
1-2.5 Gb/s	VSR	850	VCSEL cooled FP	PIN PIN
	short	1310	uncooled FP	PIN
	intermediate	1310	uncooled DFB	PIN
	long	1310 or 1550	uncooled DFB cooled DFB EML	APD APD APD
622 Mb/s	short/intermediate	1310	uncooled FP	PIN
	long	1310 or 1550	uncooled DFB	PIN
155 Mb/s	short/intermediate	1310	uncooled FP	PIN
	long	1310 or 1550	uncooled FP uncooled DFB	PIN PIN