

레이저 다이오드(LD)산업동향

신현국 / 한국광산업진흥회 사업팀

1. 개요

2001년부터 시작된 광관련 산업의 깊은 불황이 그 끝을 보이기 시작 했다고 시장 조사 전문업체인 Strategies Unlimited 사는 최근 발표 하였다. 그 보고서에 따르면, 2003년 광 부품 시장은 다시 성장을 보일 것이며, 증가 폭은 매년 30%정도라고 예측하였다. 이러한 성장은 재고의 감소 뿐 아니라 시장에서 새로운 시스템에 대한 수요의 발생에 기인한다고 하였으며, 2001년 2월 시장 거품이 꺼지면서 발생한 부품제조업체들의 재고가 2003년에 이르러 완전 소비되고 성장이 다시 시작 될 것이라고 발표하였다.

전통적으로 광통신 분야에서의 가장 핵심적인 부분 중 하나이자 가장 큰 시장을 형성해 왔던 분야가 LD (Laser Diode)분야이며 이것은 IT 분야의 불황에 따른 광산업 침체기라는 근래에 들어서도 변함 없는 사실이다. 광관련 부품 산업의 전체적인 불황기인 현재에 있어서도 다른 광관련 부품보다 레이저 부분은 훨씬 양호한 편이며 새롭게 장치된 시스템뿐 아니라 이미 존재하고 있는 시스템에 부가된 새로운 DWDM 채널들도 장치되고 있는 실정이다. 결과적으로 LD는 광케이블이나 광 증폭기 제조업체가 보인 극심한 등락을 경험하지는 않았다.

시장조사기관인 Strategies Unlimited의 보고서에 따르면 반도체 광 소자의 2002년 세계 시장 규모는 20억불 이상이며 경기침체에도 불구하고 회복세를 보이고 있고, 특히 Telecom Laser 와 Transponder 시장은 2003년 30% 이상의 성장을 기록 할 것이라고 2003년 1월 발표 하였다.

최근에 발표된 Strategies Unlimited 사의 보고서에 따

르면 (High-Data-Rate 1310nm Lasers: Datacom and Telecom-2003) 기존의 1310nm 트랜시버 시장 공급업체들은 과잉 경쟁과 지속적인 개발, 가격 경쟁력을 가진 1550nm 트랜시버 그리고 상용화된 장파장의 VCSEL에 의해 위협받고 있다고 하였다.

시장은 줄어든 수요와 줄지 않는 재고에 의해 침체에 빠져 있으나, 2007년까지 연 5억불 이상의 판매 실적을 발생시킬 것이라고 발표하였으며 경쟁력을 강화하지 않은 공급자에게는 그다지 도움이 되지 않을 것이라고 발표하였다. 이러한 시장은 WDM 시스템에서 사용되는 Laser처럼 고성능을 요구하지는 않지만 더 넓은 용량의 Laser를 요구하고 있으며 기술 혁신과 결합된 낮은 가격을 갖고 있어야 한다고 말했다.

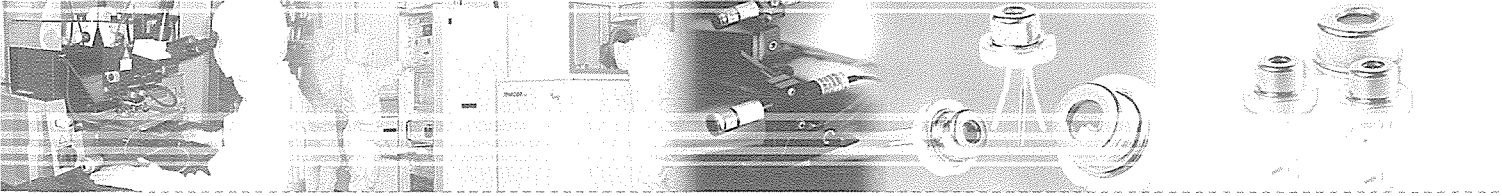
특히 장파장의 VCSEL은 FP-Laser와의 경쟁에서 이기기 위해서는 기술과 제조 비용에서의 타개책이 필요하며 DFB Laser 의 경우 전망은 더 좋으나 1550nm laser에 의한 위협이 증가하고 있다.

1310nm 트랜시버의 선두에 있는 공급업체는 대부분 북미 업체들이며, 중국과 일본 업체들이 Laser 하부부품 시장에 나서고 있지만 공급자들이 과잉되어 있는 실정이며, 신규 업체들은 많은 흥미 있는 기술 혁신을 가져오고 있으나 아직까지 최상의 idea는 나오지 않은 상태이다.

2. 국내 시장 현황 및 동향

가. 국내 시장 현황 및 전망

LD는 용도에 따라 광통신 시스템용 광원과 여기용 광원으로 구분된다. 시스템용 광원에는 1.3 μ m대 및 1.55 μ m



대 제품이 있으며, 여기용 광원에는 0.98 μ m대 및 1.48 μ m대 제품이 있으며, 종전까지 광손실이 급격히 높아지던 1350nm에서 1450nm 까지 구간에서 광손실이 평탄화 되는 Fiber가 Lucent 사에 의해 개발되어 대역폭이 넓어짐에 따라 다양한 파장을 가진 LD의 개발이 촉진되었다. 통신용으로 사용되고 있는 LD는 구조 및 동작 원리에 따라서 다음과 같은 몇가지로 구분할 수 있다.

- Fabry - Perot (FP)
- Distributed Feedback (DFB)
- Distributed Bragg Reflector (DBR)
- Vertical Cavity Surface Emitting Laser (VCSEL)

이상의 분류에서 VCSEL 구조를 제외하고는 소자의 에지를 따라서 발광하는 특성을 가지며, DFB 구조는 FP 구조의 소자에 비해 제어 및 파장 특성이 우수하기 때문에, 일반적으로 낮은 데이터 전송 속도 및 저가의 시스템을 요구하는 경우에는 FP-LD가 사용되고 있으며, 고속 및 장거리 전송에서는 DFB-LD가 이용되고 있다. 광통신용 레이저 다이오드는 광섬유에서의 광 분산이나 손실이 극소인 1.3 μ m나 1.5 μ m의 적외선 파장 대역에 동작하고 있으며, 초고속의 통신을 가능하게 하기 위하여 충분한 변조 대역폭을 가지는 단일 파장 레이저가 되어야 함은 물론, 대신호 고속변조시 파장 퍼짐도 적어야 한다.

최근의 연구 추세를 보면 빛을 발생시키는 공진기 부분과 Quantum confined Stark effect를 사용하여 빛을 변조시키는 부분을 함께 집적시킨 일체형 구조에 대한 개발이 활발하여 상용화를 눈앞에 두고 있는 실정이다.

다파장을 일괄 증폭하는 EDFA는 WDM 시스템의 핵심 부품이다. 이 EDFA의 여기용 광원으로 1.48 μ m대, 0.98 μ m대 등 2종류의 LD가 이용되고 있다. 1.48 μ m대 LD 소자는 InP 기판 상에 InGaAs 다중외곽 양자우물 활성층을 형성한 구조를 하고 있고, 피증폭 신호광과의 에너지 차가 작으며, 여기 광으로부터 광신호로의 변환 효율이 높기 때문에 EDFA의 고효율 동작에 적합하다.

국내에서는 최근 전자통신연구소에서 2.5GHz급의 레

이저 다이오드가 자체 개발 완료되었으며, 10GHz급의 레이저 다이오드의 개발도 끝나서 상용화 준비를 하고 있으나 앞으로의 LD 시장을 예측해 볼 때, 10-40GHz 급을 요구하는 대용량 데이터 전송보다는 단거리 저용량의 (Subscriber Mbps급 혹은 2.5GHz급) 가입자 망에 유리한 LD시장이 유망할 것이며 앞으로 광섬유 통신망이 집적마다 설치될 경우 장파장의 레이저 다이오드의 유용성은 더욱 증대되어서 케이블 TV나 광대역 정보통신 등에 핵심 소자가 될 것으로 예측된다.

〈표 1〉 국내 광통신 부품 관련 생산액 현황 (단위: 백만달러)

구 분	2000년	2001년	2002년	
			상반기	하반기
능동광부품	324	307	124	117
광증폭기	33%	18%	11%	14%
발광소자	51%	51%	54%	41%
수광소자	6%	3%	3%	3%
광송수신모듈	7%	25%	29%	37%
기타	2%	3%	4%	6%
수동광부품	38	25	13	18
광커넥터	34%	35%	33%	29%
광커플러	2%	2%	2%	1%
광아이솔레이터	0%	1%	1%	1%
WDM(광합/분파기)	11%	8%	8%	10%
광스위치	5%	3%	3%	3%
광감쇠기	9%	8%	7%	5%
기타	39%	44%	46%	51%
합계	362	332	137	135

(자료) ETRI & KAIT, 2002

국내 광통신 부품 관련 생산액 현황에서 보듯이 국내 광통신 부품 관련 생산액 규모는 2000년의 경우 약 6,336억 원 규모로 전년(약 4,925억) 대비 약 28% 가량 성장하였다. 그러나 2001년에는 전년대비 4%에도 미치지 못하는 성장에 그치고 말았으며, 2001년 중반까지만 해도 성장이 기대되는 것으로 조사되었으나 세계적인 통신 산업계의 불황, 국내 광 인프라에 대한 투자 냉각, 생산량 증대에 따른 가격 하락 등 제반 여건을 극복하지 못하고 소폭 상승에 머물렀으며, 특히 2002년 들어서는 그 영향이 계속되어 36% 정도의 마이너스 성장으로

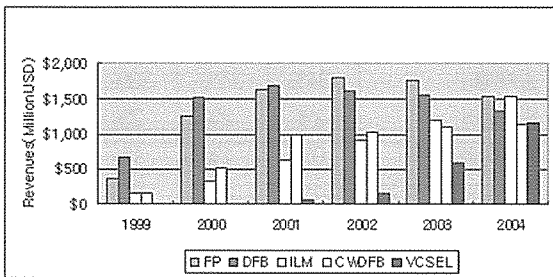
로 돌아선 것으로 조사되었다. 2001년도 국내 광통신 부품 관련 시장은 약 6,080 억원 규모로 2000 년 대비 3.7% 마이너스 성장한 것으로 나타났고, 특히 2002년에는 하락폭이 커서 2001년 대비 43%가 넘는 마이너스 성장을 기록하였다.

〈표 2〉 국내 레이저다이오드의 시장 전망 (단위 : 백만달러)

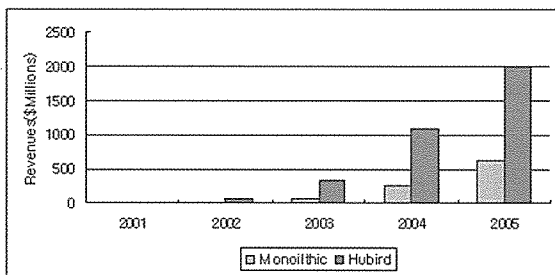
연 도	'02	'03	'04	'05	'06	'07	CAGR
시장규모	115	133	153	176	202	232	15%

이러한 와중에도 LD 분야 생산액은 광통신 능동부품 전체 생산액의 50% 이상을 점유하고 있으며, 매년 점유율을 넓혀가고 있다.

국내에서 LD 관련 주요 생산업체는 삼성전자, 에이티아이, 네오텍, 빛과전자 등이 있으며 최근에 삼성전자에서 10Gbps LD를 개발 발표하였다.



(그림 1) 형태에 따른 Laser 트랜스미터 시장 전망



(그림 2) LD모듈의 집적 형태에 따른 향후 전망

(자료) Strategies Unlimited, 2000

나. 국내 업체 동향

2001년도 국내 광통신 부품 관련 시장은 약 6,080 억 원 규모로 2000년 대비 3.7% 마이너스 성장한 것으로

나타났으며, 특히 2002년에는 하락폭이 커서 2001년 대비 43%가 넘는 마이너스 성장을 기록하였다.

(표3)에서 보이듯이, 한편 국내 시장에서 수입 제품이 차지하는 비중은 점증하고 있는데 반해 국내 생산 제품의 비중은 점감하는 것으로 나타났다.

이는 한편으로는 외국제조업체들의 국내 시장 공략이 가속화되고 있는 것으로 해석할 수 있으며, 다른 한편으로는 국내 제조업체들의 해외 시장 진출 역시 가속화되고 있음을 의미하는 것으로 풀이할 수 있다.

〈표 3〉 국내 광통신 부품관련 내수 시장 현황 (단위:백만달러)

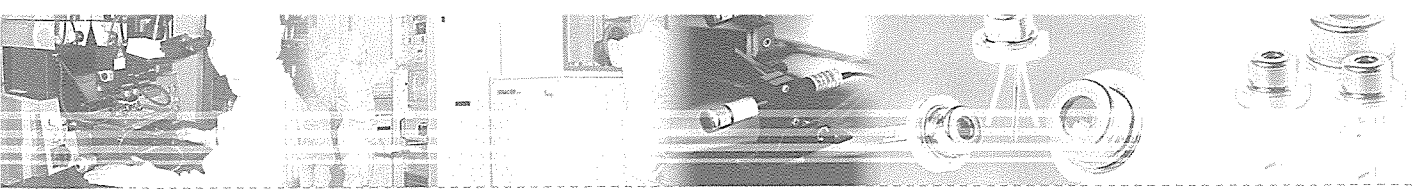
구 분	2000	2001	2002년		
			상반기	하반기	계
국내생산액중 내수액	338	316	68	85	152
생산액 대비 비중(%)	66.7%	60.5%	39.9%	51%	45.4%
내수 시장 점유비(%)	66.9%	65.4%			55.3%
수입액	165	168	95	28	123
내수 시장 점유비(%)	33.1%	34.6%			44.7%
합계	503	484	163	113	276
전년비	-	-3.7%			-43.2%

(자료) ETRI & KAIT, 2002

국내 광통신 업체 중 2001년 미국 '오피아이테크놀로지스'를 100만달러에 인수, 그동안 700만달러를 투자해 수원 공장에 연구개발 및 양산설비를 구축한 일진은 세계 최초로 도시망(MAN)용 10기가 이더넷(Ethernet) 등에 사용되는 무냉각(uncooled) 광통신용 레이저다이오드(LD) 모듈을 개발하였다.

일진이 개발한 LD모듈은 선진국에서도 경쟁적으로 개발하고 있는 차세대 모듈로, 정부가 2003부터 10기가 기반의 통신망을 본격 추진할 예정이어서 수요가 대폭 늘어날 것으로 보이며 특히 이 제품은 무냉각 LD모듈로는 세계에서 가장 작은 제품이며 세계 최초로 10 소형 형상 요소형(small form factor) 광송수신기에 적용될 수 있으며 이와 함께 세계 10기가 표준화 그룹인 'XENPAK' 'XPAK' 'XFP' 규격에 모두 적용 가능한 것으로 발표되었다.

국내 광부품업체들은 2002년 하반기부터 레이저다이



오드(LD)·포토다이오드(PD) 등 광모듈시장을 놓고 치열한 경쟁을 하고 있으며 이같은 현상은 광부품시장이 빨라야 내년 하반기부터 회복세로 돌아설 것이라는 시장조사기관의 전망에 나오면서 이 기간에 소요자금을 확보하기 위한 것으로 풀이된다.

네오텍은 주력제품인 송수신(트랜시버)모듈시장이 대만·중국산 저가제품의 유입으로 경쟁이 치열해지자 지난해부터 생산을 중단했으나 자체 개발한 칩을 장착한 LD·PD모듈을 생산·시장에 재진입했고, AT는 제품 제작시간 단축, 인건비·제조경비 등의 비용절감을 통해 가격경쟁력을 확보하고 LD·PD시장을 공략하고 있으며 광송수신 모듈 제조에 있어 차세대 공정기술로 인정되고 있는 수동정렬기술을 이용한 Mini-DIL type의 모듈을 2년에 걸친 설비투자과 연구 개발을 통해 양산 기술까지 완료하는등 연구 개발을 지속하고 있다.

테라디안도 경쟁사에서 생산하지 않는 2.5Gbps 용 LD모듈로 관련시장에 진입하였다.

특히 테라디안은 내년 대량생산체제를 갖출 때까지 다품종 소량생산으로 수익성을 제고한다는 내부적 방침을 세워 놓고 있다. 업계 관계자들에 따르면 국내 LD·PD모듈시장은 규모가 작아 외국업체들과의 경쟁이 상대적으로 치열하지 않으며, TO캔 생산에 사용되는 레이저 용접기를 중복 활용할 수 있어 국내 광부품 업체들이 관련 시장에 진입하고 있다고 말하고 있다.

Laser Diode 관련 업체 동향으로 관련 광정밀 계측기 전문업체인 새로운 국내 처음으로 연구·계측용 연속발전(CW) 레이저 다이오드(LD) 모듈을 개발했다고 2003년 4월 밝혔다.

이 회사가 개발한 LD모듈은 'SRLM-41C'와 'SLM-31L' 등 2가지 모델로 SRLM-41C는 열전냉각소자인 TEC(Thermal Electronic Cooler) 시스템을 적용해 장시간 사용할 경우 온도 상승에 의한 레이저 파장 및 광파워 변화를 조절할 수 있다. 또 타원인 레이저의 빔의 모양을 아나모픽(anamorphic) 프리즘을 사용해 원형으로 출력하고 고브루스터각으로 정렬시켜 레이저의 편광특성을 향상시켰다. 이 제품의 레이저 파장은 405·635·

650·830·1310·1550nm 등으로 적외선에서 자외선 파장까지의 레이저 모듈로 개발됐다.

SLM-31L은 LD 교체형 레이저 모듈로 TEC 시스템을 적용, 온도에 따른 문제를 해결했고 LD 구동드라이브와 TEC 구동드라이브에 연결해 사용할 수 있으며, 레이저의 초점거리를 다양하게 변화시켜 대학 및 연구소에서 쉽게 LD를 교체해 다양한 파장을 사용할 수 있도록 설계됐다고 발표했다.

그동안 국내업체들은 연구·계측용 연속발전 LD 모듈을 미국에서 파장이나 출력이 따라 800~2000달러의 높은 가격에 전량 수입해 사용해 왔다.

〈표4〉 국내 LD 관련 부품 생산업체 및 부품 (단위:백만달러)

구분	실적		추정			전망		
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1.48μm								
판매수량	30	50	30	25	40	55	75	105
시장규모	275	406	210	163	240	300	375	477
0.98μm								
판매수량	40	50	30	25	40	55	70	85
시장규모	1,360	600	219	165	240	303	358	400
합계								
판매수량	70	100	60	50	80	110	145	190
시장규모	1,635	1,006	429	328	480	603	733	877

3. 해외 시장 현황 및 동향

가. 해외 시장 현황 및 전망

반도체 광소자의 2002년 세계시장규모는 20억불 이상이며, 경기침체에도 불구하고 회복세를 보이고 있는 실정이며, 가입자 (Mbps급 광소자) 시장이 전체의 70%를 차지하고 있고 이 시장 중 LD 및 PD 관련소자의 규모가 시장의 50%이상을 갖고 있다.

후지키메라에 따르면, 세계 LD 시장은 수량을 기준으로 보면 2000년 대비 2001년에 -21.9%하락한 것으로 추정되고 있다. 이 같은 판매 축소는 광통신 관련 시장의 위

축에 따른 것으로 풀이되고 있는데, 여기에 가격하락까지 겹쳐 금액 기준 시장 규모는 2000년 대비 -44.3%가 줄어들어 시장 규모가 대폭 줄어들었다.

이 시장은 2002년까지 하락세를 유지하다가 2003년 이후부터 시스템 광원용을 중심으로 서서히 회복 될 것으로 전망되고 있다.

〈표 5〉 세계 LD 시장 추이 및 전망 (단위 : 백만달러)

수량	실적		추정		전망			
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
판매수량	320	640	500	510	610	780	1,005	1,340
시장규모	2238	2584	1438	1309	1501	1789	2132	2588

〈자료〉 有望電子部品材料調査總攬2002

LD 중에서 EDFA 등광증폭기의 여기용 광원으로 사용되는 LD(Pump laser Modules)의 2001년 기준 세계 시장 규모는 수량베이스로 60만 개 정도이다.

후지 카메라에 따르면, 이 시장은 2001년 기준으로 전체 LD 시장의 약 12%를 차지하고 있고, 전년비 약 40% 정도 축소되었다. 이 시장은 2002년에는 조금 더 축소되었다가 이후 서서히 회복될 것으로 보인다.

여기용 LD 중 C 밴드 싱글 제품에 많이 사용되며, 해저용으로 많이 사용되는 0.98μm대 제품은 출력이 낮고 잡음이 적으며 고가이고 최근에는 저가격화가 급격히 진행되고 있으며 북미(70%), 유럽(16.7%), 일본(13.3%)의 순으로 시장이 형성되어 있다.

ElectroniCast에서 조사한 세계 VCSEL 시장은 2001년에 3,900 만불 정도로이며 2004년에 1억 달러에 육박하고 2006년에는 2억 달러에 근접하는 시장을 형성할 것이라고 전망하고 있다.

〈표 6〉 세계 VCSEL 시장 전망 (4Gbps) (단위 : 백만 달러)

구분	2001	2004	2006	2001-04	
				2001-04	04-06
VCSEL	39	97	197	35	42

〈자료〉 ElectroniCast,2002

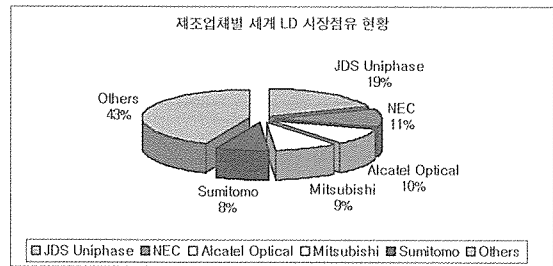
〈표 7〉 세계 여기용LD 시장 추이 및 전망 (단위 : 만개,백만달러)

공급업자	LD모듈의 광출력		비고
	1.48μm	0.98μm대	
FURUKAWA	250mW,300mW,400mW	150mW	2001년 초 양산화 2001년 내에 제품화
SUMITOMO	18mW, (250mW개발중)	(150mW개발중)	2000년 3월에 백업용 337mW개발
NEC	150mW,(250mW 개발중)		
Annitsu	220mW, (250mW개발중)		1999년 12월 발매, FBG 부착 제품개발중
Alcatel	75mW,190mW	50mW,120mW	해저시스템용
Lasertron		190mW,220mW (FBG부착)	
Nortel		160mW (FBG부착),200mW	
SDL		150mW	
Lucent		150mW	

〈자료〉 전자부품연감 2001

나. 해외업체 동향

주요 제조업체별 LD 시장 점유 현황을 보면 다음과 같다.

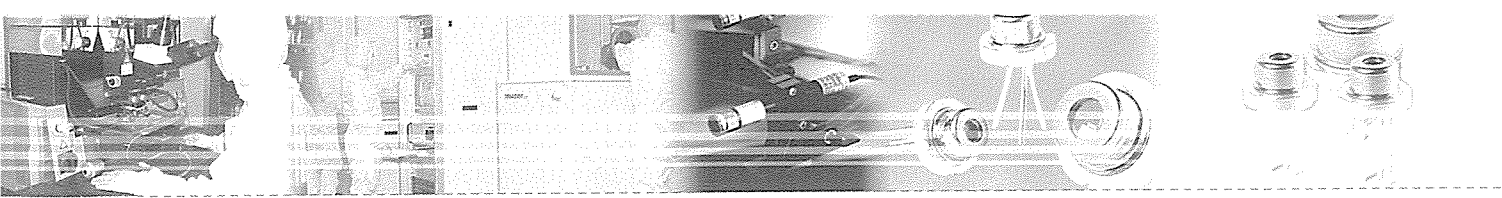


〈그림 3〉 제조업체별 세계 LD 시장 점유율

〈자료〉 有望電子部品材料調査總攬 2002

지역별로는 일본(48%)과 북미(46%)가 대부분을 차지하고 있으며, 나머지는 유럽이 차지하고 있고, 기타 지역에서는 시장이 거의 형성되지 않고 있다.

세계 최대의 광통신 부품 공급업체 중 하나인 JDS의 실적은 크게 악화되고 있는 실정이다. 전술한 바와 같이 2001년에 전년 대비 20% 이상의 매출 하락을 보인 결과 2001 회계 연도에서 506억 달러의 손실을 기록하였다. 이러한 상황에서도 JDS는 공격적 경영을 계속하고 있는 것으로 보인다. 2002년 1월에는 IBM의 광 송/수신



기 사업 인수를 완료한 것으로 발표하였고, 2002년 9월에는 다시 10Gbps 광전송 모듈 분야 선도 기업인 OptronX의 광 송/수신기 사업 부문을 인수한다고 발표하였다. 반면에 시장 조사 전문기관인 IR(Infonetics Research)에 따르면 Alcatel은 2002년 98억 US달러에 달하는 광 하드웨어 시장의 17%를 점유함으로써 업계 1위의 지위를 확보했다고 발표했다. 관련 내용을 담은 보고서에 따르면 광 하드웨어 시장은 전 분기에 비해 6% 정도 증가하였고, Alcatel은 2002년 이 시장의 20%를 점유했다고 발표하고 있다. WDM은 현재 2.5Gbps에서 40파까지 실용화되고 있다. 파장 다중수가 늘어나면 광증폭기에 필요한 여기 광출력도 높아진다. 다중화하는 회선 수에 따라 다수의 광원이 필요하게 될 뿐만 아니라 고장에 대비하여 동 수의 백업용 광원을 준비해야 한다. 예를 들면 40파의 경우 송신에 사용하는 LD 소자 40개와 백업용 LD 소자 40개가 필요하다. 앞으로 WDM에서의 파장다중 수의 증가에 따라 고출력화 개발 경쟁이 한층 가열될 전망이다.

〈표 8〉 주요 여기용 LD 모듈 제조업체 동향

Company	Products
Teradian	155 - 2.5Gbps transceiver
삼성전자	2.5 - 10Gbps LD/PD/SOA
네오텍	1310nm-1550nm Coaxial DFB LD (FP-LD)Module,
빛과전자	receptacle type 2x5 pin Bi-directional Transceiver Module
XL광통신	2.5G & 10G DFB and FP Laser Diode
Optowell	GaAs VCSEL Epi-wafer, VCSEL Chip & Array,
Opto*on	1.3um FP-LD for data rate of 1.25Gbps, diced chip
ATI	Coaxial type DFB LD/PD module, Coaxial type FP LD module

〈자료〉 전자부품연감, 2001

4. 향후 전망

불황이 계속되고 있고, 회복시기가 당초 예상보다 늦어지고는 있으나 급증하는 데이터 트래픽을 처리하기

위해서는 향후 광통신 시스템이 필수적일 것이며, 광통신 시대로의 진화는 자연스러운 흐름일 것이다. 최근 일본에서는 2005년까지 1000만 가정을 FTTH화하는 E-JAPAN 프로젝트를 실행하고 있으며, 이런 일본의 프로젝트에는 155Mbps급의 양방향 광 transceiver 모듈이 필요하고, 2002년 수요는 80만개 수준으로 400억원의 규모였으며 2003년에는 70% 이상 증가될 것으로 예상된다. 위 프로젝트의 관련사로는 OKI, NEC, HITACH-CABLE, MURATA, MATSUSHITA 등이 참여하고 있다.

미국은 타지역과 비교한 market share는 50% 이상이며 지역 특성상 ADSL, COAXIAL LINE, SATELLITE / WIRELESS, FIBER 등의 통신망이 혼재하고 있으며, 현재 대도시를 중심으로 FTTH가 확산되고 있으며 LBDC FTTH Holding 사가 최근 뉴욕과 시애틀에 FTTH 시범 실시와 2004년 1월 상용서비스실시를 위해 사업 참여자를 모집하고 있다. 잠재적인 가입자 수는 700만 수준으로 판단된다.

국내에는 현재 ADSL 서비스가 주이며, VDSL 서비스로 변화하고 있고, 2003년 규모는 250만 회선으로 예상되고 있다. 그리고 2003년 9월 FTTH 시범 test bed가 광주에서 추진될 예정으로 있다.

결론적으로 국내 LD 분야를 포함한 광통신 부품 산업은 통신 사업자의 고속시스템 투자가 보수적으로 변하고 이에 따른 시스템 및 부품시장 규모도 약세이며, 전 분야에 걸쳐 비용의 절감이 관건이다. 주지할만한 것은 대만 및 중국의 경쟁력 강화로 인하여 전 분야가 위협을 받고 있다는 것이다.

이런 상황에서 2003년 하반기, 2004년에 관련시장의 느린 회복세를 예측하고 있으며, 조사연구 기관에 따라 차이는 있지만, 2006년 이후에 2000년 수준을 회복할 것이라는 예상이 조심스레 나오고 있는 실정이다.

중요한 것은 향후 관련업계의 경쟁상황이 치열하므로, 탄력적인 대응능력을 가진 기업만이 생존 가능성이 있으며, R&D 능력보유는 필수적인 기업의 생존 조건이라는 것이다. ■