

중소기업 기술국산화 전략품목 상세분석

<비대면디지털>

3.대용량 초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)

1. 개요

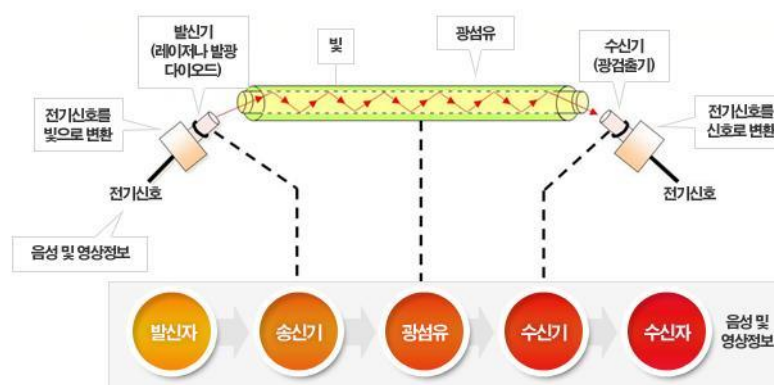
가. 개념 정의

- ☐ 대용량 초고속 광송신 및 광수신부품 (LD,PD)은 5G, 6G통신과 연계하여 대용량의 광정보 데이터를 초고속으로 송신 및 수신할 수 있는 기능을 갖는 광통신 부품임
 - 광통신용 LD는 근적외선 영역의 파장대역 소자를 사용함. DFB-LD, FP-LD, VCSEL등이 광통신 광원으로 사용됨
 - 근적외선 영역인 0.85~1.6um 대역의 능동소자는 광통신에 주로 사용하며, 빛을 생성하는 소자를 발광소자라고 하며, 발광소자는 0.85um, 1.3um, 1.55um대역의 DFB-LD, FP-LD, VCSEL, Tunable Laser, EML, ECL(External Cavity Laser), Pumping용 광원 등이 있음
 - DFB-LD가 집적된 외부변조 레이저(EML)는 10Gbps이상의 고속변조 장거리 통신이 가능한 소자로 넓게 사용되고 있음.
 - 단거리 광통신용으로는 155Mbps, 622Mbps, 1.25Gbps, 2.5 Gbps등의 비교적 저속, 단거리 제품에 넓게 사용되고 있음
 - VCSEL은 면발광 레이저 다이오드로 고속 단거리 광통신용 광원으로 사용되고 있으며 10G 이하의 제품이 상용화 되어 있음
 - 광통신용 PD는 광통신 수광소자로서 사용하며 PIN-PD와 APD로 대별됨. 10G 이상의 PIN-PD와 2.5G 이상의 APD가 국내에서 개발 상용화되어 있음
 - 초고속 광신호의 수신을 위하여 빠른 동작 속도를 가지는 광검출기가 필요함. 광검출기를 구성하는 반도체층의 구조에 따라서 PIN-PD, APD, UTC-PD 등이 있음

- ☐ 전송거리 및 용량에 따른 초고속 광송신 및 광수신부품 사용범위
 - 광통신용으로는 155Mbps, 622Mbps, 1.25Gbps, 2.5Gbps 등의 비교적 저속, 단거리 제품에 넓게 사용되고 있으며, 특히 FTTx의 ONU 광원으로 사용되고 있음. 10G용으로 전송거리가 250m이하인 영역에서 제품화 되어 있음.
 - 광트랜시버 관련하여 622M는 전송거리별로 SDH/Sonet는 SR ($\leq 2\text{km}$), IR1 ($\leq 15\text{km}$), LR1·IR2 ($\leq 240\text{km}$), LR2($\leq 80\text{km}$)와 이 이상의 것으로 분류됨. LD측은 FP, DFB, PD측은 PIN-PD, APD가 사용되고 있으며, 폼팩터는 SFP가 주류임.
 - 155M는 전송거리별 SDH/Sonet은 SR($\leq 2\text{km}$), IR1($\leq 15\text{km}$), LR1·IR2 ($\leq 240\text{km}$), LR2($\leq 80\text{km}$)와 그 이상으로 분류함. LD측은FP, DFB, PD측은 PIN-PD가 사용되며, 폼팩터는 SFP가 주류임.

- 155/622M 제품의 주요부품 및 재료는 TOSA(FP, DML), ROSA (PIN-PD, APD), 회로IC로 구성됨.
- 1.25Gbps 광트랜시버 관련하여 1.25Gbps Ethernet용은 전송 거리별로 SR ($\leq 0.3\text{km}$), LR($\leq 10\text{km}$), ER($\leq 40\text{km}$), ZR($\leq 80\text{km}$)로 분류함. 사용하는 LD는 SR이 단파장 영역의 VCSEL, 이외의 파장영역은 패브리페로, DFB가 있음.
- DFB-LD는 10Gbps 이상의 고속광 트랜시버/트랜스폰더용에 사용되고 있음. 저속용 DFB-LD는 FTTx 등에 사용되는 PON 시스템용이 주류이나 TO-CAN이 일반적으로 사용됨, 고속용 DFB-LD는 TOSA나 버터플라이 모듈 등의 형태로 유통되고 있음. 또한, 기존의 버터플라이 모듈 형태에서 TO-CAN 형태로의 변환이 지속적으로 이루어져서 현재에는 10Gbps, 20Km 급까지 상용화되어 있는 상황임.
- 향후 10Gbps에 동작하는 DFB-LD의 시장이 중심이 되어서 움직일 것으로 예상되고 있으며, 현재 LTE용으로 직접변조가 가능한 DFB-LD가 3Gbps, 6Gbps 가 사용되고 있고, 향후 10Gbps 까지 진화할 것으로 예상됨.
- 10Gbps 광트랜시버 모듈은 SDN/Sonet시스템 트랜시버와 Ethernet 시스템 트랜시버 모듈의 트레이트가 중요한 영역으로서 SDN/Sonet 시스템의 트랜시버/ 트랜스폰더 모듈 (OC-192·STM-64), Ethernet 시스템의 트랜시버 모듈(10GE)이 있음. SDN/Sonet 시스템의 트랜시버 / 트랜스폰더 모듈은 SR($\leq 7\text{km}$), IRI($\leq 15\text{km}$), IR2($\leq 40\text{km}$), LR2($\leq 80\text{km}$), DWDM과 거리별 종류로 분류되며, SR, IR은 직접 변조 DFB 모듈(DML), 그 이상의 거리나 DWDM에는 EA 변조 DFB 모듈(EML)이 발광 디바이스로서 이용하고 있음.
- Ethernet 시스템의 트랜시버 모듈은 SR($\leq 0.3\text{km}$), LR($\leq 10\text{km}$), ER($\leq 40\text{km}$), ZR($\leq 80\text{km}$) DWDM와 거리별 종류로 분류되며, SR은 VCSEL 모듈, LR은 직접변조 DFB 모듈(DML), 그 이상의 거리나 DWDM에는 EA변조 DFB 모듈(EML)이 발광 디바이스로서 이용하고 있음.

[대용량 초고속 광송신 및 광수신부품 (LD,PD) 송수신원리]



출처: 광산업통계시스템 2021 (<http://www.photonicsstats.org>)

☐ 대용량 초고속 광송신 및 광수신 부품은 기술적 특징에 따라 다양하게 구분함

[광통신용 LD, PD종류와 기술적 특징]

분 류	기술적 특징
FP(Fabry Perot)-LD	● FP-LD는 패브리 페로 공진기를 가진 레이저로서 광섬유 통신의 광원용 및 광섬유 증폭기의 여기 광원으로 사용되고 있음 ● 광통신 이외에도 광 픽업용 레이저, 레이저 프린터용 레이저 등으로 사용되고 있음
DFB(Distributed Feedback)-LD	● DFB-LD는 10Gbps 이상의 고속광 트랜시버/트랜스폰더용에 사용되고 있음. 기존의 버터플라이 모듈 형태에서 TO-CAN 형태로의 변환이 지속적으로 이루어져 현재에는 10Gbps, 20Km 급까지 상용화되어 있는 상황임 ● 저속용 DFB-LD는 FTTx 등에 사용되는 PON 시스템용이 주류이나 TO-CAN 구조가 일반적이고, 고속용 DFB-LD는 TOSA나 버터플라이 모듈 등의 형태로 유통되고 있음
DML(Direct Modulation)-LD	● 직접변조 광원(DML)은 고속신호의 변조와 전송을 위하여 분산 피드백 구조의 회절격자를 사용한 단일 칩 구조로, 주입전류 변조를 통한 고속의 광신호 생성이 가능함 ● EML과 같은 외부 변조기 집적광원과 비교하여 고출력/저전력의 장점이 있으며, 칩 크기가 작고 동작 조건 및 임피던스 정합 구조가 단순하여 소자의 가격 경쟁력이 우수함
VCSEL	● VCSEL은 면발광 레이저 다이오드로 고속 단거리 광통신용 광원으로 사용되고 있으며, 10G 이하의 제품이 상용화 되어 있음 ● 가격적인 측면에서 강점을 가지고 있음에도 불구하고, 고온특성의 열화 등의 문제점이 아직 완벽하게 해결되지 못한 상태임
EML(Electro-absorption Modulator-integrated)	● 파장형 DFB-LD가 집적된 외부 변조 레이저(EML)은 10Gbps 이상의 고속변조 장거리 통신이 가능한 소자로 넓게 사용되고 있음 ● EML은 양자 우물 구조에 전압을 인가할 때 흡수 스펙트럼이 이동하는 QCSE를 이용하여 고속신호 변조가 가능한 EAM을 DFB-LD에 단일 집적한 외부 변조 광원 소자임 ● 높은 소광비, 낮은 Chirp 특성, DML보다 높은 변조 속도 등의 장점이 있어 40km 전송용 100GbE-ER4의 광원으로 사용되고 있으며, 400Gbps/1Tbps 데이터 속도에 가장 근접한 광원 기술임
Tunable Laser	● 고속용 외부변조 LD는 기존의 고정 파장형을 대신하여 파장 가변이 주류를 이루고 있음. 각 시스템 제조업체도 파장 가변 LD를 주요품목으로 할 것으로 고려하고 있음 ● 파장 가변 레이저는 OIF에서 규정된 규약에 따라 μ-ITLA 형태로 소형화되어야 하며, SG-DBR 레이저 기반 혹은 외부공진기형 파장 가변 레이저가 대표적인
ECL(External Cavity Laser)	● 공진기가 소자외부에 존재하며 파장 가변이 가능한 광원으로 제작하고 있으며, 파장 가변 영역은 12nm, 30nm로 개발되어 있음 ● 현재 2.5G용의 제품이 상용화 되어 있고, WDM-PON용 및 코히어런트 통신용의 광원으로 제품화 되어 있음
PIN-PD	● 현재 초고속 광통신에는 PIN-PD가 주로 사용되고 있음 ● PIN-PD에는 광신호의 입사 방향을 기준으로 표면입사형(SIPD: Surface-Illuminated Photodiode)과 광도파로형(WGPD: WaveguidePhotodiode)이 있음
UTC-PD	● UTC-PD는 이동속도가 빠른 전자만 공핍층을 이동하도록 설계하여 수백 GHz의 동작 속도가 발표된 바 있음 ● 높은 동작 속도를 위해서는 얇은 흡수층이 필수가 되어 충분한 반응도를 얻기가 어려워서 동작 속도와 더불어 수신 감도도 중요한 요소인 광통신 적용에 개선이 필요함
APD	● APD는 Avalanche buildup에 의해 신호를 증폭할 수 있는 장점이 있음 ● 증폭할 수 있는 장점이 있는 반면에 증폭 과정이 고속 동작을 방해하는 영향을 미치므로 수십 Gbps 이상의 초고속 통신에서는 아직 사용되지 못하고 있음

나. 중요성 및 의의

☐ 디지털화된 정보전달 속도와 용량의 확산에 따른 광송신 및 광수신 핵심부품 개발이 요구됨

- 디지털화된 정보를 전달하고 활용하는 스마트기기 확산과 영상관련 데이터 콘텐츠의 진화로 인하여 고품질 비디오 전송, 실시간 스트리밍, 소셜 미디어 등 대용량 데이터 서비스, 클라우드 서비스가 급격히 증가함에 따라 통신 트래픽이 폭증하고 있는 상태임
- 최근 예측에 따르면, 글로벌 IP 트래픽은 향후 5년간 연평균 26%의 성장률로 증가하여 2022년 4.8ZB에 도달할 전망이다
- 데이터 트래픽 폭증에 대응하고 사용자 요구에 맞춘 대용량 통신 서비스를 제공하기 위하여 전송 용량 확보가 필요한 시점임.
- 클라우드 서비스 기반 인프라인 데이터센터와 장거리 통신 네트워크인 메트로망/전달망은 대규모 데이터 통신 인프라로서, 대용량 데이터 전송에 광케이블을 이용하기 때문에 디지털 신호를 광신호로 변환하여 전달하기 위한 광송수신 기술이 필수적임
- 광송·수신 기술에서 대용량 초고속 광송신 및 광수신부품(LD,PD)은 정보 데이터를 주고 받을 수 있는 핵심부품으로 안정화된 제품 개발이 필요함

☐ 글로벌 5G 서비스 확대와 Corona-19 팬데믹에 따른 재택근무, 온라인 회의/교육 등을 위한 트래픽 폭증에 대응한 광통신 소자/부품 원천기술 개발

- 재택근무와 화상회의 증가에 따른 유선 액세스 고도화를 위한 25G/50G-PON 및 NG-PON2+ 구축에 필요한 고속, 저전력 광소자 칩 및 부품 기술 개발이 필요
- 모바일 트래픽 증가와 밀리미터파 등 주파수 대역 확대에 따른 기지국 조밀화 및 광링크 부하 증대에 대응한 고속기능의 광소자 칩/부품 기술이 필요함
- 5G+/6G 광대역·저지연 서비스를 위한 유무선 가입자 특성에 맞춘 최적의 지능화된 인프라를 제공하는 광액세스 네트워크 기술 개발에 따른 광송·수신부품개발이 필요

☐ 광송신용 발광소자 및 광수신용 수광소자의 국내 수요증대

- 국내 발광소자의 수요는 LTE용 시스템에 집중되어있음. 특히 CWDM용 DFB-LD 제품에 집중되어 있음. CWDM용 DFB-LD는 3G 휴대전화용 기지국 수요가 집중되어 있으며, 향후 5G, 6G용 DFB-LD 수요가 증가할 것으로 예상됨.
- LTE용 시스템의 수광소자로 PIN-PD나 APD도 수요가 증가할 것으로 예상됨
- 10G EPON에서 가입자 트랜시버에 10G APD의 사용이 필수적이기 때문에 10G APD 칩의 수요량이 향후 기하급수적으로 늘어날 전망이다
- 특수 분야인 방위산업용 광검출기 시장의 대두되고 있음. 방위산업용 광검출기 분야는 고도의 기술을 요구하고 있음. 헬리콥터에 탑재되는 Laser warning system에 사용되는 광검출기나 표적거리 측정기에 사용되는 대면적 APD칩 등에 활용성이 높아지고 있음.

- ☐ 광송신용 발광소자 및 광수신용 수광소자는 다양한 통신산업 요구 사양에 따른 제작과 경쟁력 확보 필요
 - 수요자 요구에 따라 제작되어야 하기 때문에 다양한 설계 경험에 따라 축적된 노하우와 제작공정 및 패키징 기술이 필요함
 - 시장의 주요 요구사항인 광통신 부품의 높은 효율(초고속, 대용량처리기능) 내구성(온습도 환경 및 진동과 충격)을 보유한 기술 개발이 필요한 실정임
 - 국내 기반 광소자 칩/부품/모듈 생태계 활성화 및 칩·소자·부품 기술의 공통 플랫폼화를 통한 규모의 경제 실현 및 경쟁력 확보 필요

다. 가치사슬 구조 및 분류

(1) 대용량 초고속 광송신 및 광수신부품 (LD,PD) 분야의 가치사슬

- ☐ 대용량 초고속 광송신 및 광수신 부품은 광전송망 시스템에서 핵심부품으로 사용됨
- ☐ 대용량 초고속 광송신 및 광수신 부품은 통신정보를 주고받는 데 사용하며, 통신 거리에 따라 근거리망, 중거리망, 장거리망에서 활용되고 있음
- ☐ 후방산업은 광 관련 장비, 광전송장비, 측정기/제조장치, 광섬유/광회로가 포함된 제품군 제조업으로 구성되어 있음
- ☐ 전방산업은 다양한 ICT 서비스 제공에 필요한 광통신 네트워크구성에 활용됨

[대용량 초고속 광송신 및 광수신부품 분야 산업구조]

후방산업	대용량 초고속 광송신 및 광수신부품 제조 분야	전방산업
광 관련 장비, 광전송장비, 측정기/제조장치, 광섬유/광회로가 포함된 제품군	통신용 대용량 초고속 기능의 광 송·수신부품 설계제작 조립/판매	다양한 ICT 서비스 제공에 필요한 광통신 네트워크 (LAN망, Metro망, Long-haul망)

* 출처: 광통신 부품 품목별 보고서 (2019)

(2) 대용량 초고속 광송신 및 광수신부품 (LD,PD)의 분류

□ 대용량 초고속 광송신 및 광수신 부품은 사용 목적에 따라 다음과 같이 분류

[사용목적에 따른 대용량 초고속 광송신 및 광수신 부품(LD,PD)]

분 류			사용목적
소자의 구조	FP(Fabry Perot)-LD		에지발광소자 단거리 통신용소자로 사용
	DFB(Distributed Feedback) -LD		에지발광소자 중거리통신용 통신용 소자로 사용
	EM(Electro-absorbtion Modulator-integrated) LD		모듈레이터 집적형 에지발광소자 장거리통신용으로 사용
	VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting LD)		수직공진형 표면발광소자 초단거리통신용
변조방식	DML(Direct Modulation LD)		직접변조용 소자로 사용, 단/중거리통신용
	IML(In-direct Modulation LD)		간접변조용 광소자, 장거리통신용
파장가변여부	Tunable Laser		파장가변형 광소자 다양한 방식으로 파장가변을 구현
	Fixed wavelength Laser		파장고정형 광소자
공진기위치	ECL(External Cavity Laser)		공진기가 소자외부에 존재
	ICL(Internal cavity laser)		공진기가 소자내부에 존재

라. 기술수준과 기술격차

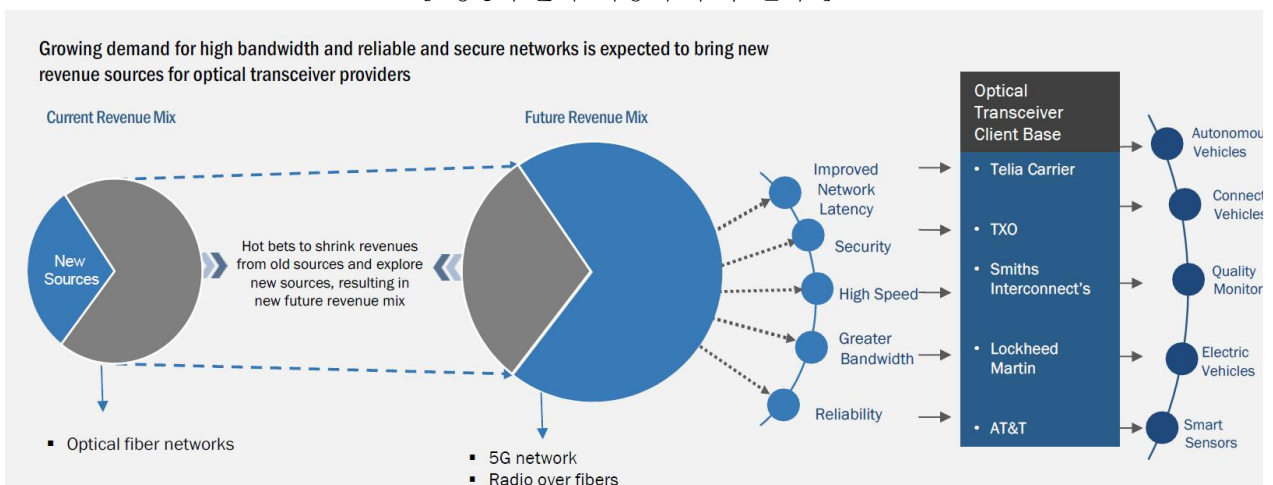
- LD, PD 국내 기술 수준은 선도국인 미국, 일본등과 2년 수준의 기술 격차가 발생하고 있으며, 군수 및 우주 특수목적형 LD, PD 경우에는 선도국과 3~4년의 기술 격차가 있음
- LD, PD는 최근 중국과 가격 격차 및 기술 격차가 좁혀지고 있어 고부가가치 광송·수신부품 내구성 강화된 기술 개발에 의한 국내업체의 경쟁력 향상이 시급한 상황임
- LD, PD 설계 및 공정 기술은 선진국 수준에 가까우나 초고속 대용량에 따른 환경 및 신뢰성 특성에 적용 가능한 제품 개발은 과제로 남아 있음
- 국내 LD, PD 기술은 중소기업 중심으로 개발되고 있으나 초고속, 대용량에 맞는 주 생산품 기술 확보가 필요함

2. 산업·시장분석

가. 산업 동향

- 실리콘 포토닉스를 필두로 광통신 부품 산업은 전통적인 다품종 소량 산업에서 제조기술의 공통 플랫폼화를 통하여 CMOS(Complementary-Metal-Oxide-Semiconductor) 반도체 산업의 대량생산화 방식으로 진화하고 있음
 - 중국 등과 같은 저가 노동력 중심의 제조업에 대항하기 위한 선진국 산업체의 경쟁력 확보 전략
 - 이러한 방식은 대량생산과 공급이 가능하여 높은 가격 경쟁력 확보가 가능하고, 궁극적으로 규모의 경제 추구를 통하여, 전 세계 광 부품 시장을 주도할 수 있는 기반이 될 수 있음
- 광통신 수요 증가에 따라 집적화의 연구가 확대되어 기존 화합물 반도체 위주의 광통신 부품에서 실리콘 포토닉스가 새로운 경쟁자로 부상하고 있음
 - 화합물 반도체는 광원, 광증폭기 등 능동 광소자 제작이 가능하여 광통신 부품 제작의 기반으로 활용되고 있으나 공정 표준화율이 낮고 기술적 난이도가 높아 일부 기업에서만 상용칩 생산이 가능
 - 최근 대량 수요와 더불어 집적도가 높은 광부품 수요의 발생에 따라 상용 파운드리를 활용하는 실리콘 포토닉스 광소자 개발 연구 및 시장진입이 활발하게 이루어지고 있음
- 광통신 부품의 우수한 기술을 활용하여 다양한 응용 분야로 적용이 확대되고 있음
 - 광통신 기술을 기반으로 라이다, 테라헤르츠 생성, 포토닉 빔포밍 등 새로운 응용 분야를 위한 광소자 기술개발과 인공위성 간 또는 우주 무선 통신 기술 등 통신 분야에서도 응용 범위가 확대
- 5G 네트워크의 도입은 AR, 게임 및 기타 요구사항 등을 실현할 수 있게 하고, 광통신부품의 새로운 수익원을 가져옴. 미국의 버라이즌은 800Gbps를 전송하여 고속 장거리 데이터 세션을 완성하여 다양한 수익 다변화를 시도

[광송수신기 시장의 수익 변화]



출처 : MarketsandMarkets, "Optical Transceiver Market", August 2021

나. 시장 동향 및 전망

(1) 시장 성장 촉진요인 및 저해요인

- ☐ 국내는 2019년 4월 기술개발 및 사전 서비스 실증 등을 통하여 세계 최초로 5G 상용화 서비스 실현을 하였으며, 4차 산업혁명의 발전으로 광트랜시버의 핵심 부품에 대한 수요가 크게 증가하고 있음
- ☐ 기존 업체들의 높은 기술력으로 진입장벽이 높아 시장접근이 어려워 핵심 소재 및 부품의 외산 의존성이 높음. 이로 인해 낮은 수익성을 갖는 산업구조 및 체질에 대한 문제점 발생

[시장 성장 촉진요인 및 저해요인]

촉진요인	저해요인
- 스마트장치 채택 증가 및 데이터 트래픽 증가 - 클라우드 기반 서비스에 대한 수요 증가 - 컴팩트하고 에너지 효율적인 트랜시버의 수요 증가 - 유럽 및 일부지역의 레이더를 이용한 장치 법제화	- 높은 진입 장벽 - 제품의 가격 경쟁 치열 - 값싼 대체품 및 비용 효과적인 부품의 진화 - 다양한 분야의 적용으로 인한 다품종 소량생산
기회요인	과 제
5G 네트워크의 구축 증가 - 개발도상국들의 통신 인프라 확장 - 코로나19로 비대면 서비스 및 네트워크 중요성 증가 - 주요 업체의 막대한 투자와 정부 정책 지원 - 국내 5G 인프라 및 특화망 등 인프라 구축 증가	- 높은 기술적 난이도와 국산화율 저조 - 글로벌 기업들의 수직계열화 - 네트워크의 복잡성 증가

(2) 세계 시장현황 및 전망

- ☐ MarketsandMarkets 자료에 따르면, 테라비트급(100Gbps급 이상) 데이터 광송수신 부품의 세계 시장규모는 2020년 8억 6,100만 달러로 추정되며 2021-2026년 연평균 21.5%로 성장하여 2026년에는 28억 7,500만 달러에 달할 것으로 예상됨
- 광송수신 부품중 테라비트급 이상의 성능을 발휘하는 분야의 시장성장률이 가장 높으며, 5G 통신과 IoT 및 자율주행과 관련해서 많은 수요가 발생할 것으로 예상됨

[테라비트급 데이터 광 송수신 부품 세계 시장규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR (‘21-’26)
세계 시장규모	861	1,085	1,346	1,646	1,998	2,406	2,875	21.5

출처 : MarketsandMarkets, "Optical transceiver market", August 2021

(3) 국내 시장현황 및 전망

- ☐ 국내 테라비트급 데이터 광송수신 부품의 시장규모 산출은 세계 광송수신 부품 시장에서 국내 산업이 차지하는 비중을 2020년에서 2026년도 까지 각 연도별로 계산하여 각각 적용하였음.
- 예를 들어 2020년 국내 테라비트급 데이터 광송수신 부품의 시장규모는 세계 광송수신 부품 시장(58억 6,700만 달러)에서 국내 산업(1억 740만 달러)이 차지하는 비중(1.83%)을 세계 테라비트급 데이터 광송수신 부품의 시장규모(8억 6,100만 달러)에 곱하여 산출하였음(1,580만 달러)
- ☐ 테라비트급(100Gbps급 이상) 데이터 광송수신 부품의 국내계 시장규모는 2020년 187억 원으로 추정되며 2021-2026년 연평균 21.5%로 성장하여 2026년에는 745억 원에 달할 것으로 예상됨
- ☐ 국내 시장은 가장 빠른 5G 네트워크 구현과 IoT 통합 및 자동화 그리고 스마트 자동차의 생산으로 테라비트급 이상의 광통신기기와 부품의 수요가 크게 증가할 것으로 예상되며, 향후 아시아 시장을 주도할 것으로 판단됨

[테라비트급 데이터 광송수신 부품의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR (‘21-’25)
국내 시장규모	187	280	348	427	518	625	745	21.5

출처 : 1) MarketsandMarkets, "Optical transceiver market", August 2021, 2) 연평균 원달러 환율 : 1\$=1,182.84원(2020년)을 토대로 TCI 재작성

(4) 수출입동향

- ☐ 2020년 광송수신기용 부품의 수출은 약 8,911만 달러, 수입은 약 9,149만 달러로 약 238만 달러의 적자를 기록하였음
- 2019년 국내에서 5G 통신이 상용화되어 인프라 구축을 통한 광송수신기용 부품의 수입이 증가한 것으로 보임

[광송수신기용 부품 연도별 수출입 추이]

(단위 : 천 달러)

구분	2016	2017	2018	2019	2020	2021 (1-11)
수출금액	58,188	70,782	108,296	93,017	89,111	90,640
수입금액	88,459	74,441	84,352	142,021	91,490	109,423
무역수지	-30,271	-3,659	23,944	-49,004	-2,379	-18,783

* 출처 : HS Code 8517703032(광섬유 전송시스템의 것)

- ☐ 2020년 광송수신기용 부품의 주요 국가별 수입 현황을 보면, 중국이 6,642만 달러로 전체 수입의 73%를 차지하였고, 일본 12%, 대만 3%, 미국과 멕시코 2% 순이었으며, 중국과 일본에 대한 수입의존도가 매우 높은 것으로 나타났음

[광송수신기용 부품 주요 국가별 수입 현황(2020년)]

(단위 : 천 달러)

구분	중국	일본	대만	미국	멕시코	기타	전체('20)
수입금액	66,424	10,930	2,586	1,960	1,742	7,848	91,490

* 출처 : 수출입통계, HS Code 8517703032 부품(광전송시스템)를 토대로 TCI연구원 작성

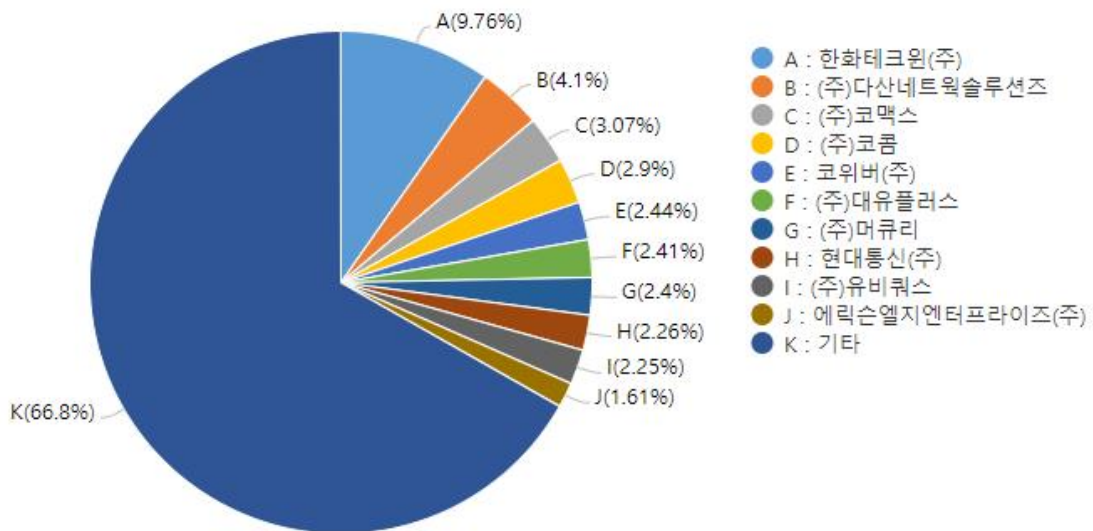
다. 경쟁현황

- 광송수신기용 부품(광 트랜시버) 시장은 로컬 및 글로벌 플레이어들의 존재로 인해 경쟁이 다소 치열한 상황임

(1) 국내 광통신기기 부품 기업현황

- 한국과학기술정보연구원의 KMAPS에 따르면, 국내 광통신기기 부품 시장은 매우 많은 중소기업이 참여하고 있으며, 다른 시장에 비해 독점하는 기업이 없어 시장의 집중도가 낮은 시장으로 분석되었음
- 국내 광통신기기 부품 시장에는 2020년 5월 기준 600개 기업이 참여하고 있으며 중소기업의 비중이 99%에 달함(소기업 530개, 중기업 61개, 중견기업 8개, 대기업 1개)
- 국내 광통신기기 부품 시장은 10% 이상의 시장을 점유하고 있는 업체가 없으며, 대기업도 9.76%의 시장을 점유, 중소기업의 시장 참여도가 매우 높은 시장으로 나타났음

[국내 주요 기업별 시장점유율(2019년)]



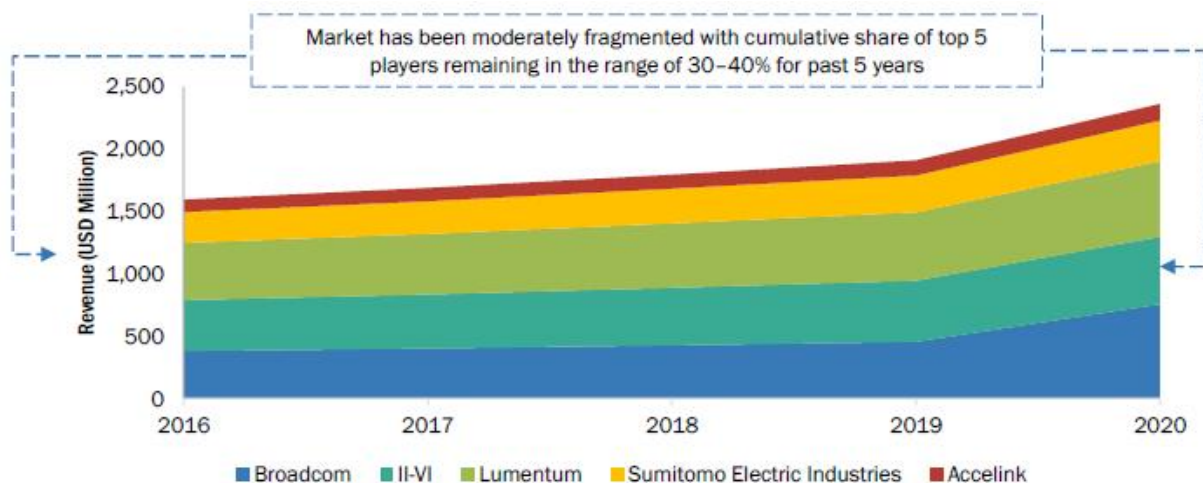
출처 : 한국과학기술정보연구원, KMAPS

- ETRI는 L0/L1/L2의 3 계층을 통합한 대용량 레이어 통합 장비인 3.2테라급 광-회선-패킷 통합스위칭 시스템 개발을 국내 장비업체인 코위버, 우리넷, 텔레필드와 공동으로 개발 완료
- 코위버는 480G급의 대용량 PTN 장비를 개발, 향후 테라급 POTN 장비로 업그레이드 가능하도록 OTN 및 WDM 기능 탑재가 가능한 구조로 설계
- 우리넷은 테라급의 POTN 장치를 개발, 100G급 이더넷 신호를 수용할 수 있고, 100G급 OTN 신호를 광다중화시켜 테라급 신호를 수백 킬로까지 전송할 수 있는 장비 상용화

(2) 세계 광통신기기 기업현황

- ☐ 광모듈/소재 관련 글로벌 리더 기업인 Finisar, Lumentum, sumitomo, broadcom, Oclaro는 관련 제품에 대한 연구개발을 지속적으로 수행하여 시장 우위를 차지하고 있으며, 그 외 Acacia Communications, Accelink Techonologies, EMCORE, Fujitsu Optical Components, Furukawa Electric 등이 시장 점유율 확대를 위해 경쟁하고 있음
- ☐ 2020년 광송수신기용 부품(광 트랜시버) 시장은 Broadcom(US) 10~12%, II-VI (US) 8~10%, Lumentum(US) 8~10%, Sumitomo Electric Industries(Japan) 4~6%, Accelink (China) 2~4%를 점유한 것으로 나타났음. 이 상위 5개사의 2020년 시장점유율은 30~40%에 달함

[5-YEAR REVENUE ANALYSIS OF TOP 5 PLAYERS IN THE OPTICAL TRANSCEIVER MARKET 2020]



출처 : MarketsandMarkets, "Optical transceiver market", August 2021

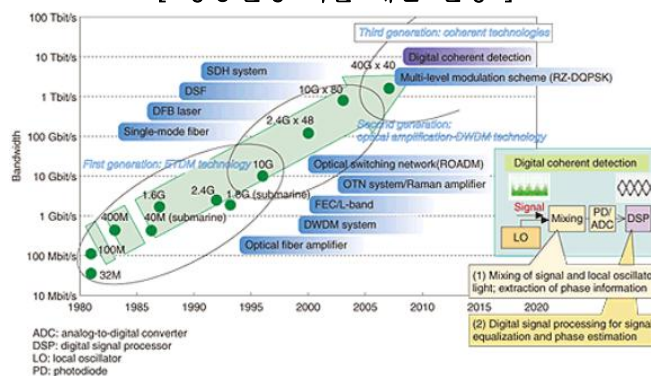
- ☐ 국제적으로 선진 광 모듈 생산 기업들은 인수합병을 통한 부품 공급체계 수직계열화로 경쟁 기업들을 견제
- ☐ 광 가입자용 광 모듈은 가격 경쟁력을 바탕으로 주로 중국업체들이 시장을 석권하고 있음
- ☐ 데이터센터용 광통신 부품 시장은 II-VI, Lumentum 등 기존 광 트랜시버 업체와 Intel, AOI, Innolight 등 신규 광 트랜시버 업체, 그리고 새로운 스타트업 기업들 간의 치열한 경쟁이 벌어지고 있음
- ☐ 중장거리 전달망 시장은 Infinera, Ciena, Nokia 등 장비업체에서 광 모듈을 직접 개발하여 자체 시스템에 적용하는 방식과 Acacia, II-VI, Neophotonics 등 광모듈 전문 생산업체 제품과의 경쟁이 있음

3. 기술 개발 동향

가. 기술 개발 이슈

- 광통신 부품은 능동 및 수동 광소자와 전자 소자 등을 포함한 광전소자와 광모듈 분야로 구성되어 아래 해당되는 소자와 모듈이 함께 기술이 향상되어가고 있음
 - DFB, EML, VCSEL 등 발광 소자와 PIN-PD, APD 등 수광 소자 등을 포함한 능동 광소자
 - Isolator, Circulator, 렌즈, 필터, 광파장 및 광파워 분배 소자, 광커넥터, 광스위치 등을 포함한 수동 광소자
 - TIA, SerDes, LA, LDD 칩 등 아날로그 증폭 및 드라이버 소자 등 전자소자
 - 광전소자들을 패키징 하여 성능을 최적화한 증폭기 모듈, 광변조 모듈, 스플리터 모듈, 광감쇄기 모듈, 파장변환 모듈, TOSA/ROSA/BOSA 등 OSA와 광트랜시버 등의 능동 및 수동 광모듈
- 광통신 진화를 수용하기 위해 새롭고 복잡한 광집적화 소자가 시기에 맞게 구현되고 있음
 - 초창기 TDM 시절에 사용되었던 직접 변조 FP 및 DFB 레이저는 매우 단순하고 제작도 용이 하였음. 단파장에서는 GaAs 그리고 장파장에서는 InP 물질을 사용하였는데, 장파장 InP은 ridge 또는 buried heterostructure를 갖음
 - 직접 변조 DML(Direct Modulated Laser) DFB LD는 10G이하에서 많이 사용되고 있는바 직접 변조시 발생하는 chirping과 광섬유 분산효과로 10G에서 전송할 수 있는 거리는 수십km 이하로 제한됨
 - 전송 거리를 늘리기 위해 외부 변조 EML(Electro-absorption Modulated Laser)이 개발되었음. EML은 하나의 칩에 DFB 레이저와 외부 변조기를 결합한 집적 소자로 직접 변조 DFB에 비해 복잡한 구조임
 - 외부 변조기의 상대적으로 낮은 처어핑(chirping)으로 10G EML은 40km 이상 전송이 가능함. InP p-n junction 레이저의 물리적 한계는 대략 40Gps로 알려지고 있음

[광통신망 기술 개발 현황]



* 출처: 'Ultrahigh-speed Ultrahigh-capacity Optical Transport Network'

- ☐ 광모듈 기능이 복잡해짐에 따라 크기도 커지고 O-E(optical-electrical) 인터페이스 숫자도 많아지고 있음. 따라서 부품 업체 간 호환성을 보장하는 표준화가 강화됨
 - MSA(Multi-Source Agreement)는 업체 다자 간 합의에 의해 제정되는 크기와 인터페이스 표준임. 지배적 해외 벤더들은 시장 선점을 위해 MSA 표준화를 주도하고 있음
 - 핵심부품인 LD, PD가 주요부품인 10G 광모듈에는 작은 사이즈의 XFP와 SFP+ MSA 표준이 있음. 40/100G 광모듈이 등장하면서 form-factor 줄이는 MSA가 경쟁적으로 새롭게 제정되었음. 40G MSA는 QSFP, QSFP+ 등이 있음
 - 100G 광모듈은 CFP → CFP2 → CFP4로 진화하면서 전면부 길이는 82mm → 42 mm → 21mm로 각각 2배 4배 줄었음. 허용 소비 전력은 24W → 12W → 6W 로 낮춰졌음. 이러한 소형화로 같은 크기의 라인카드에 더 많은 광트랜시버를 배치할 수 있게 되어 광통신 시스템의 용량을 획기적으로 늘릴 수 있게 되었음
 - 시스템 업체인 시스코는 CPAK® 이라는 독자적인 100G MSA를 만들었는데 이는 L2/L3 스위치 전면부에 10개 모듈을 장착하여 1Tbps를 구현하기 위해서임. 40G/100G 광모듈과 트랜시버에서 경쟁력을 높이기 위해서는 LD, PD를 기본으로 하는 고정밀의 집적도가 높은 광부품이 필요함
- ☐ 광모듈 소형화를 위해서 LD, PD를 핵심으로 단일 집적 칩의 기술개발 필요성 대두
 - 여러 기능을 하나의 칩으로 집적화하면 작게 만들 수 있을 뿐만 아니라 여러 가지 장점이 추가로 더해짐. 집적화 한다는 것은 복잡한 시스템을 단계적으로 확대(scale up) 생산이 가능하다는 것을 의미함. 단일 칩에서 용량은 늘어나고, 여러 복잡한 기능을 한 칩에서 수행할 수 있음. 제품은 더 작고 가볍게 되며, 에너지도 효율이 높아짐
 - 인터페이스 숫자가 줄어들게 되면 기계적 열적으로 더 안정되고 높은 신뢰성을 얻을 수 있음. 집적도를 증대시키면, 공정은 더욱 단순화되며 공정 비용도 낮아져 생산비를 낮출 수 있음
 - 집적화 칩은 기술적 가치가 높아서 지적 재산권 확보 및 확보한 지적 재산을 바탕으로 기술과 시장 모두 경쟁력을 더욱 강화하고 유지 할 수 있음

나. 연구 개발 동향

- ☐ (한국전자통신연구원) 데이터센터 내부 네트워크용 800Gbps 광트랜시버 기술 개발
 - 과학기술정보통신부의 ‘방송통신산업기술개발 (2021~2024)’ 데이터센터 내부 네트워크 연결을 위한 QSFP-DD800 MSA 규격에 호환되는 10km급 LWDM8 광트랜시버와 이를 구성하는 핵심 부품인 채널당 PAM4-106Gbps EML 광원소자 및 PIN-PD 수광소자와 이를 적용한 800Gbps급 광서브모듈 (광송신 서브모듈(TOSA)/광수신 서브모듈(ROSA))을 개발

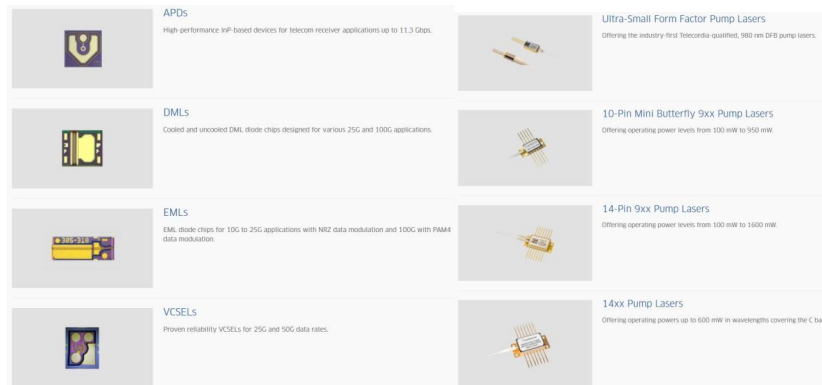
다. 핵심 플레이어 동향

(1) 해외 플레이어 동향

☐ Lumentum

- Lumentum은 광섬유 트랜시버 요구 사항에 맞는 광범위한 광원 레이저 및 광검출기 제품군을 생산하여 제공하고 있음
- 단거리 다중 모드 광섬유 애플리케이션을 위한 단파장 수직 공동 표면 발광 레이저 (VCSEL) 에서 단일 모드 광섬유(SMF) 애플리케이션을 위한 DML(직접 변조) 및 EML(외부 변조) 모두의 장파장 에지 방출 레이저에 이르기까지 다양한 모델을 출시하고 있음

[Lumentum 양산제품 사진]



* 출처: <https://www.lumentum.com>

☐ Santec

- 1989년 Santec은 단일 모드 외부 공동 가변 레이저의 세계 최초 제조업체가 되었음
- 수년간 기술을 개발하여 높은 스위프 속도, 넓은 튜닝 범위, 좁은 선폭 및 낮은 노이즈를 갖도록 레이저를 최적화함

[Santec 양산제품 사진]



* 출처: <https://www.santec.com>

☐ Nolatech

- 레이저 다이오드 및 모듈, 파이버 결합 Fabry-Perot(FP) 레이저 다이오드를 생산함
- CW 또는 펄스 작동으로 파장 범위 405-1650nm의 LD를 양산함
- 서미스터, 열전 냉각기 및 광다이오드가 내장된 14핀 DIL 또는 14핀 버터플라이 패키지, 모니터 포토다이오드가 내장된 Mini-DIL 패키지 기술을 갖추고 있음
- 새로운 100mW 이상 레이저 모듈로 FPL-980-14BF-150(980nm, 150mW, 버터플라이, 단일 모드, SM 또는 PM, FC/PC)과 FPL-1550-14BF-150(1550nm, 150mW, 버터플라이, 단일 모드, SMF-28e 또는 PM, FC/PC)를 판매함

[Nolatech 양산제품 사진]



* 출처: <http://www.http://nolatech.ru>

☐ Thorlabs

- Thorlabs는 다이오드 중심 파장이 375~2000nm범위, 출력이 1.5mW에서 최대 3W인 제품을 양산 판매하고 있음
- 중심 파장이 있는 양자캐스케이드 레이저(QCL)도 제공하고 파장은 4.05 ~ 11.00 μm 범위이며 Ø9mm, C-마운트, D-마운트 및 고열 부하 패키징화 하였음
- 반도체 레이저 다이오드는 표준 Ø5.6mm 및 Ø9mm TO-캔, 버터플라이, 레이저 피그테일 및 칩 온 서브마운트를 비롯한 다양한 패키지로 제공되고 있음

[Thorlabs 양산제품 사진]



* 출처: <http://https://www.thorlabs.com>

☐ Sumitomo

- Sumitomo는 10km 이상 작동하도록 설계된 Semtech의 저전력 양방향 CDR이 내장된, SFP28 25Gbps 모듈을 개발함

☐ Source Photonics

- 5G eCPRI를 지원하도록 설계된 25Gbps 및 50Gbps 트랜시버의 양산 출하를 발표하였음. 25km SFP28 duplex, 단일 파장 모듈 및 2km~20km 범위를 지원하는 DWDM 모듈과 10km 및 40km 범위를 지원하는 50Gbps QSFP28 duplex가 포함됨.

☐ 인텔

- 인텔은 5G용 100Gbps i-temp CWDM4 솔루션을 시연하였음. 전송거리가 10km이며, eCPRI 및 기타 로컬 신호의 집계(aggregation)을 위한 셀 사이트 라우터에서 사용될 것으로 예상됨

☐ SiForonics

- 25G APD-ROSA를 개발하여 5G 시장에 판매 중에 있음. 실리콘 기판 위에 성장한 Ge를 흡수층으로 사용하고 있어 C-band에는 사용할 수 없으나, O-band에서는 InAlAs/InGaAs APD에 비해 성능이 뒤지지 않으므로 우수한 가격 경쟁력을 갖추

☐ GB-Product

- InAlAs/InGaAs APD의 경우 세계 최고 수준의 25GHz를 나타내 25G APD 구현에 우수한 특성을 보이고 있음

☐ PLI(Princeton Lightwave Inc.)

- SPAD의 최고기술 보유기업으로 3D-LiDAR 기술을 높이 평가 받아서 포드사에 인수되었음.
- 양자암호통신용 SPAD(Single Photon Avalanche Diode)는 입사하는 단일광자를 광전변환한 후 수십~수백만배 증폭하여 출력함으로써 외부 잡음의 개입을 차단하는 소자임

☐ Finisar(현 II-VI)

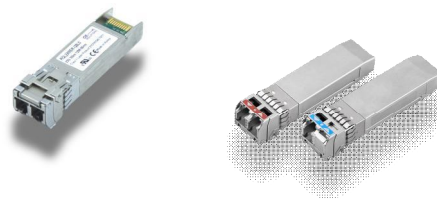
- 5G 프론트홀 네트워크에서 WDM의 운영 복잡성을 크게 줄이는 수단으로서, 사용 중이지 않는 채널을 자동으로 검색 할 수 있는 기능을 제공하는 튜너블 광학 트랜시버를 발표하였음.
- 프론트홀 구간에서의 통신 용량 업그레이드 요구를 충족키 위하여, 기존의 10Gbps에서 25Gbps로 성능 업그레이드를 하였으며, 표준 SFP28 pluggable formfactor 및 i-temp 동작함. 파장 대역은 C-band 이며, 최대 15km의 전송 링크 및 최대 18dB의 power budget을 지원함

(2) 국내 플레이어 동향

☐ ㈜오이솔루션

- 능동형 발광소자인 10~25Gbps DFB-LD, 10~25Gbps EML-LD 등 반도체소자를 생산하고 있음.
- 2003년 창업과 함께 통신용 반도체 레이저 다이오드의 개발을 위해 연구개발 투자를 지속하고 있음. 2019년부터는 25Gbps급 EML과 25Gbps급 DFB 개발에 자원을 집중하고 있음

[(주)오이솔루션 양산제품 사진]



* 출처: <https://oesolutions.com>

☐ ㈜코셋

- 통신용 PUMP LD 관련 생산제품 및 응용 분야는 980nm, 14xxnm EDFA/Raman 증폭기용 pump LD 패키징, SOA 패키징임
- 중요한 잠재 고객은 1차적으로 반도체 레이저인 LD 칩을 양산하고 있거나 시장개발을 추진하는 업체군으로 관련된 모든 토탈 패키징 솔루션을 보유하고 있음.
- 장기간 축적된 적정화된 공정기술, 그리고 자체적인 in-house lensd fiber 기술 등을 보유하고 있음

[(주)코셋 양산제품 사진]



* 출처: <https://coset.com>

☐ ㈜엘디스

- 초고속 인터넷, IPIV와 영상전화 서비스를 동시에 제공하기 위한 초고속 광대역 차세대 가입자망인

WDM-PON인터넷의 핵심 광원을 생산하고 있으며, 국내유일의 WDM-PON용 Injection-locking LD및 R-SOA를 독점 생산 판매하고 있음.

- CWDM용 18channel의 DFB-LD와 C-band, L-band용 DWDM용 DFB-LD를 생산하고 있음
- WDM-PON용 및 CWDM용 반도체 레이저 다이오드의 개발과 생산, 공급에 전력을 기울여 오면서 20년 이상 축적된 노하우와 전문 생산기술을 보유해 국내시장에서 독보적인 위치를 차지하고 있음

[(주)엘디스 양산제품 사진]

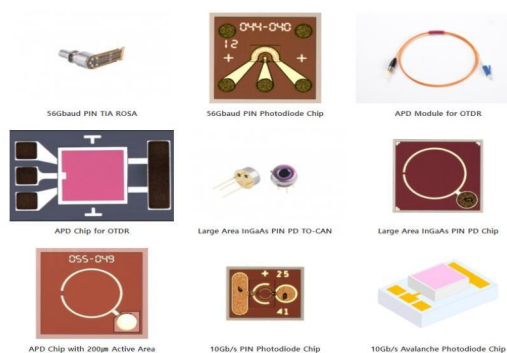


* 출처: <http://www.eldis.co.kr>

□ (주)우리로

- (주)우리로는 국내에서 PD기술 관련하여 우수한 기술을 확보하고 있으며 다양한 제품군을 생산 판매하고 있음
- 주요 생산 품목으로는 10Gb/s PIN Photodiode Chip, 56Gbaud PIN Photodiode Chip, 56Gbaud PIN TIA ROSA, APD Module for OTDR, Large Area InGaAs PIN PD TO-CAN, 10Gb/s Avalanche Photodiode Chip, 25Gb/s PIN Photodiode Chip, 10Gb/s APD TO with Burst-mode TIA등을 생산하고 있음

[(주)우리로 양산제품 사진]



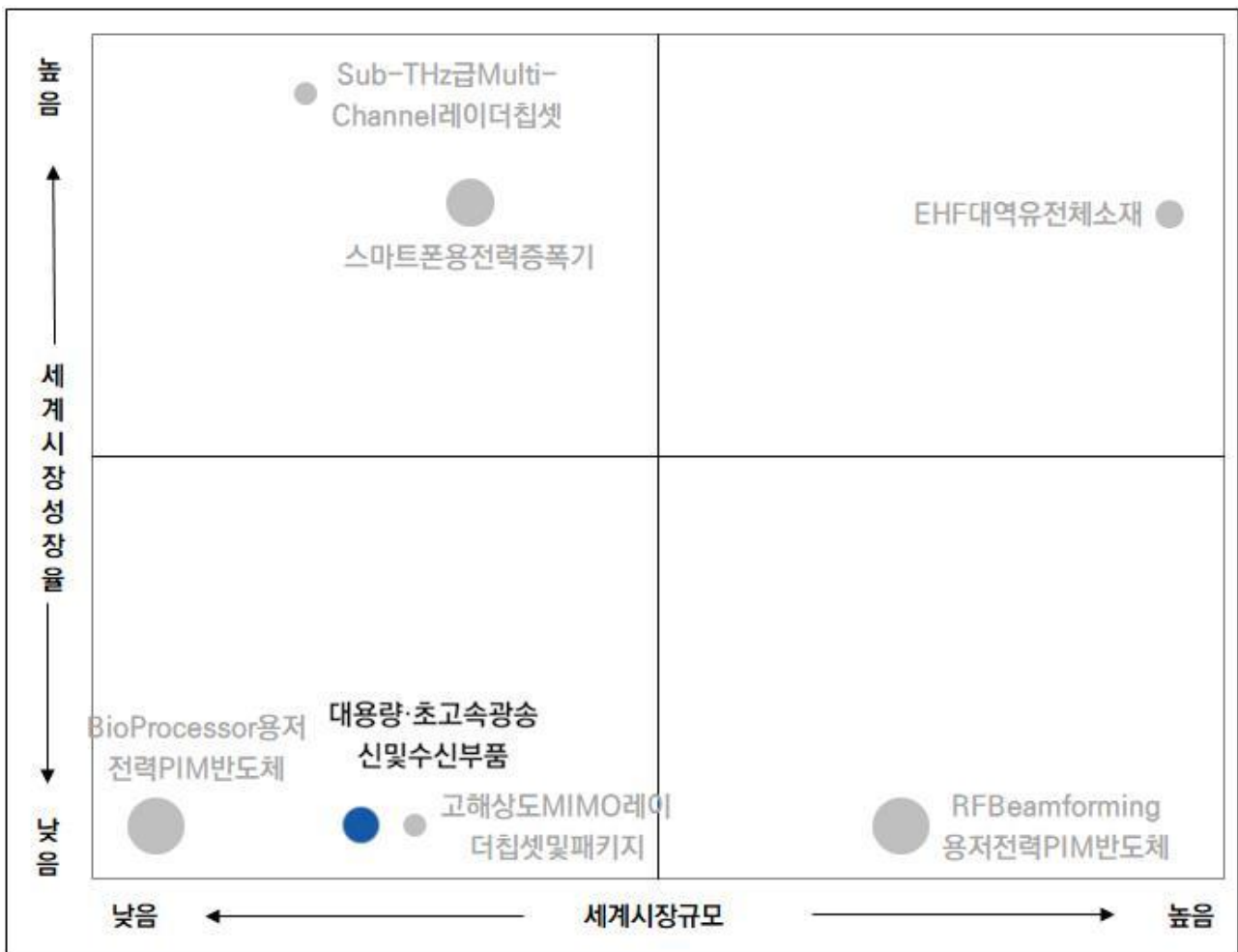
* 출처: <http://www.wooriro.com>

4. 공급망 분석

가. 시장 매력도

- ☐ 대용량 초고속 광송신 및 수신부품은 세계시장규모도 작고 세계시장성장율이 낮아 시장 매력도가 낮은 품목으로 나타남

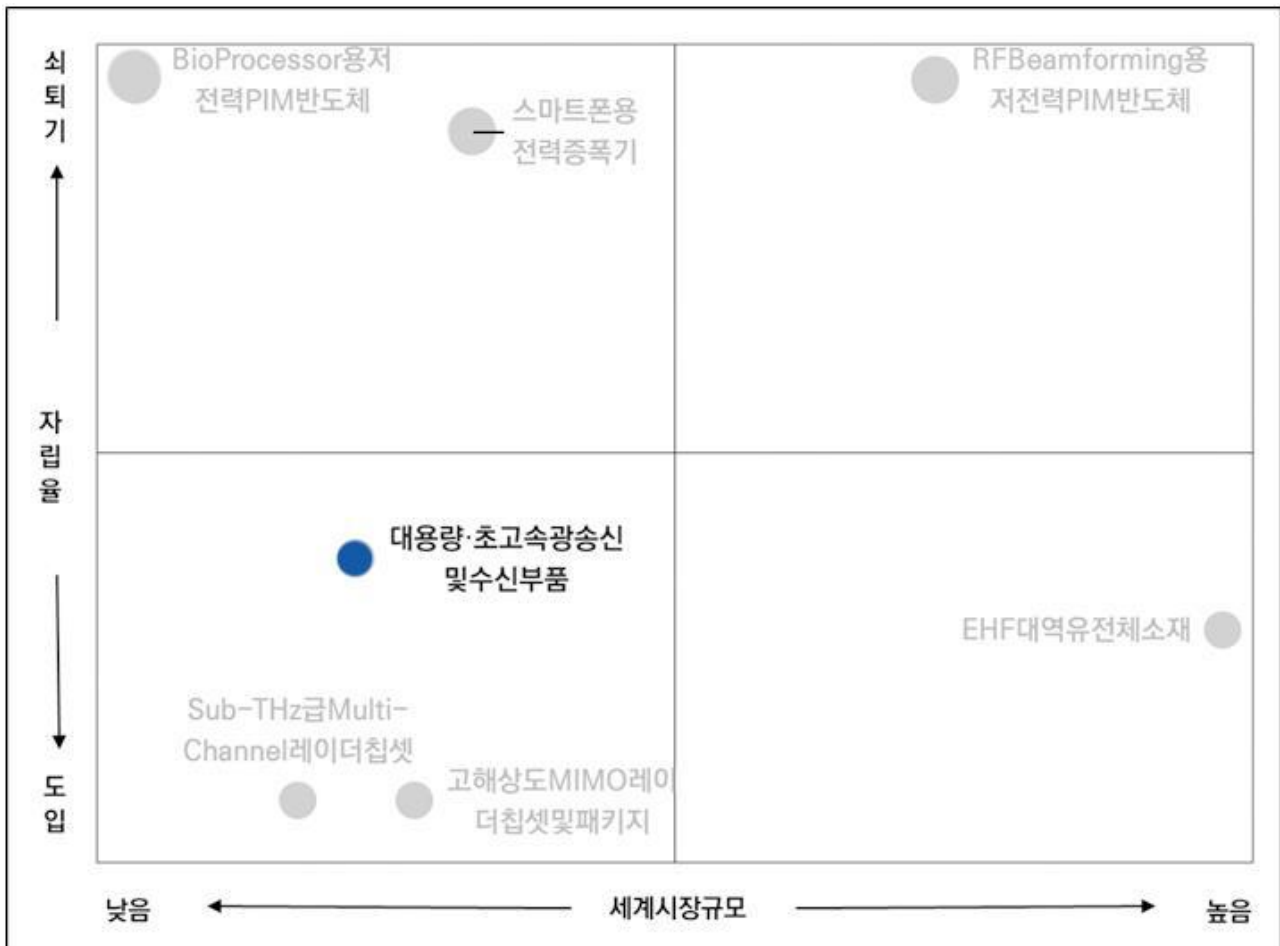
(원크기 : 수익률)



나. 생산 공백 정도

- ☐ 대용량 초고속 광송신 및 수신부품은 세계시장규모가 작고 자립율이 낮아 생산 공백이 있는 품목으로 나타남

(원크기 : 종사자수)



주 : 자립율 : 1-수입비중

다. 해외 지향성

- ☐ 대용량 초고속 광송신 및 수신부품은 수출비중과 수입비중이 모두 낮아 국내시장 위주의 품목으로 나타남

(원크기 : 수출액)

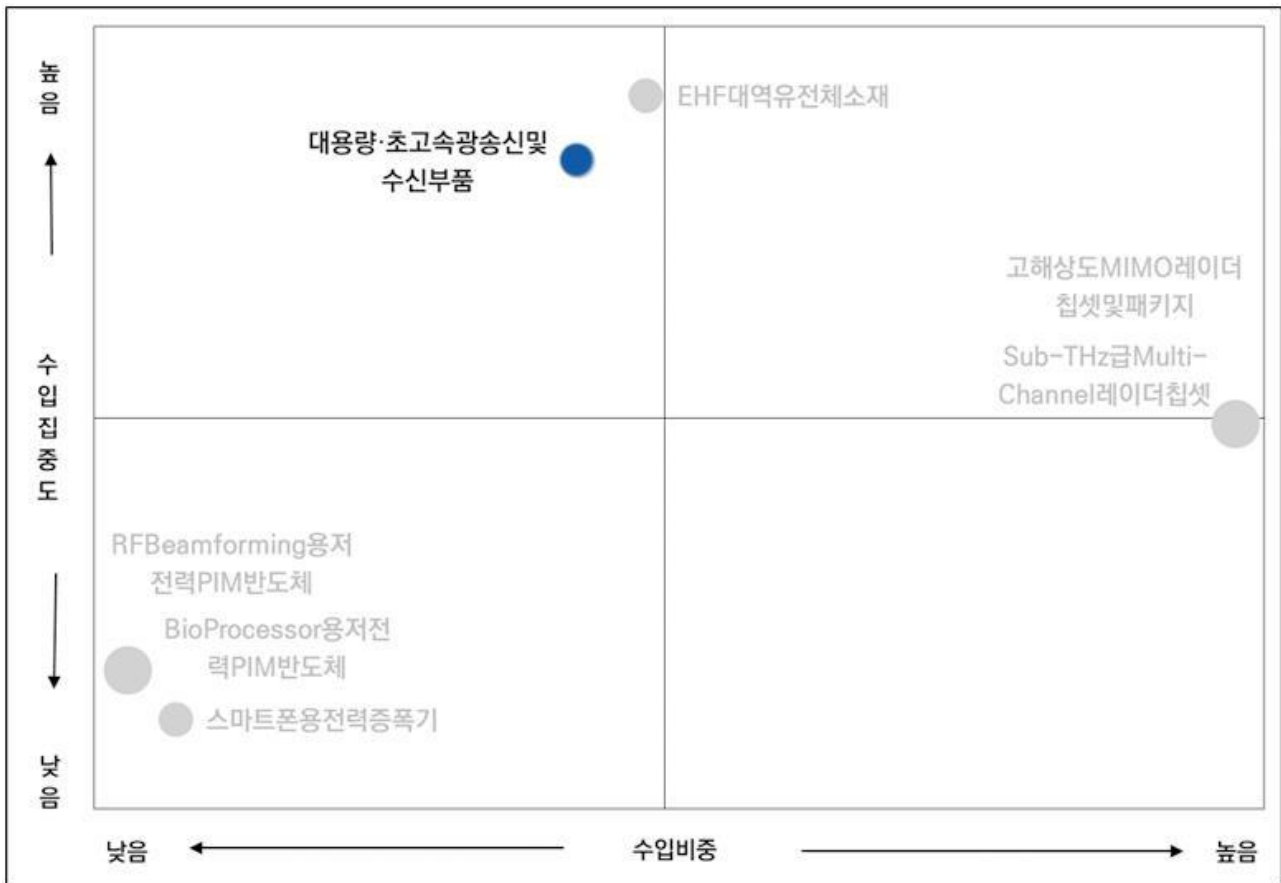


주 : (1) 수출비중 = 수출액/생산액 (2) 수입비중 = 수입액/내수액

라. 수입 리스크

- 대용량 초고속 광송신 및 수신부품은 수입비중이 낮은 반면 수입 집중도는 높게 나타나 수입 리스크가 큰 품목으로 나타남

(원크기 : 수입액)

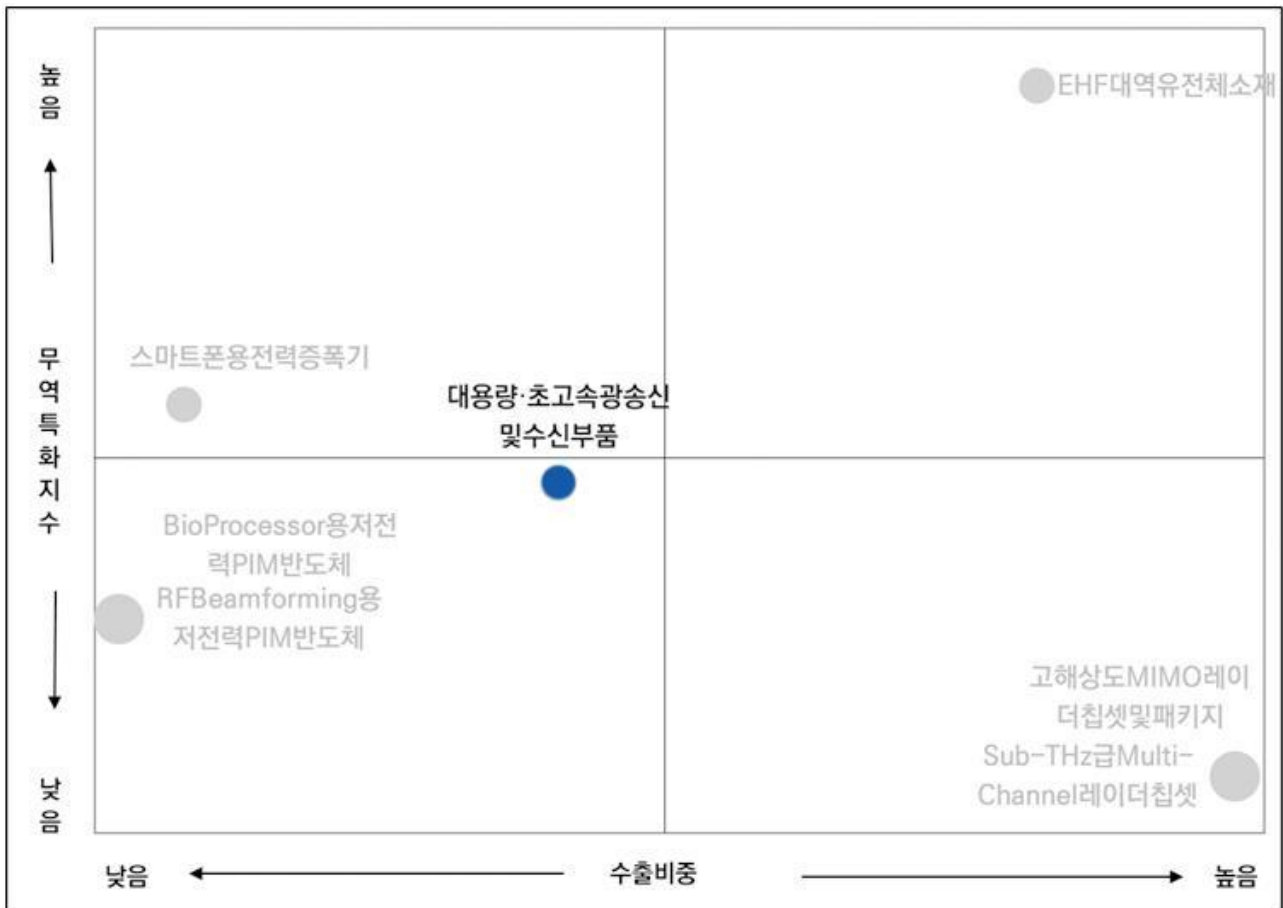


주 : 수입집중도(HHI지수) = (제1수입국 수입비중)² + (제2수입국 수입비중)² + (제3수입국 수입비중)²

마. 수출산업화

- ☐ 대용량 초고속 광송신 및 수신부품은 수출비중이 낮고 무역특화지수도 낮아 수출산업화 잠재력이 낮은 품목으로 나타남

(원크기 : 수출액)

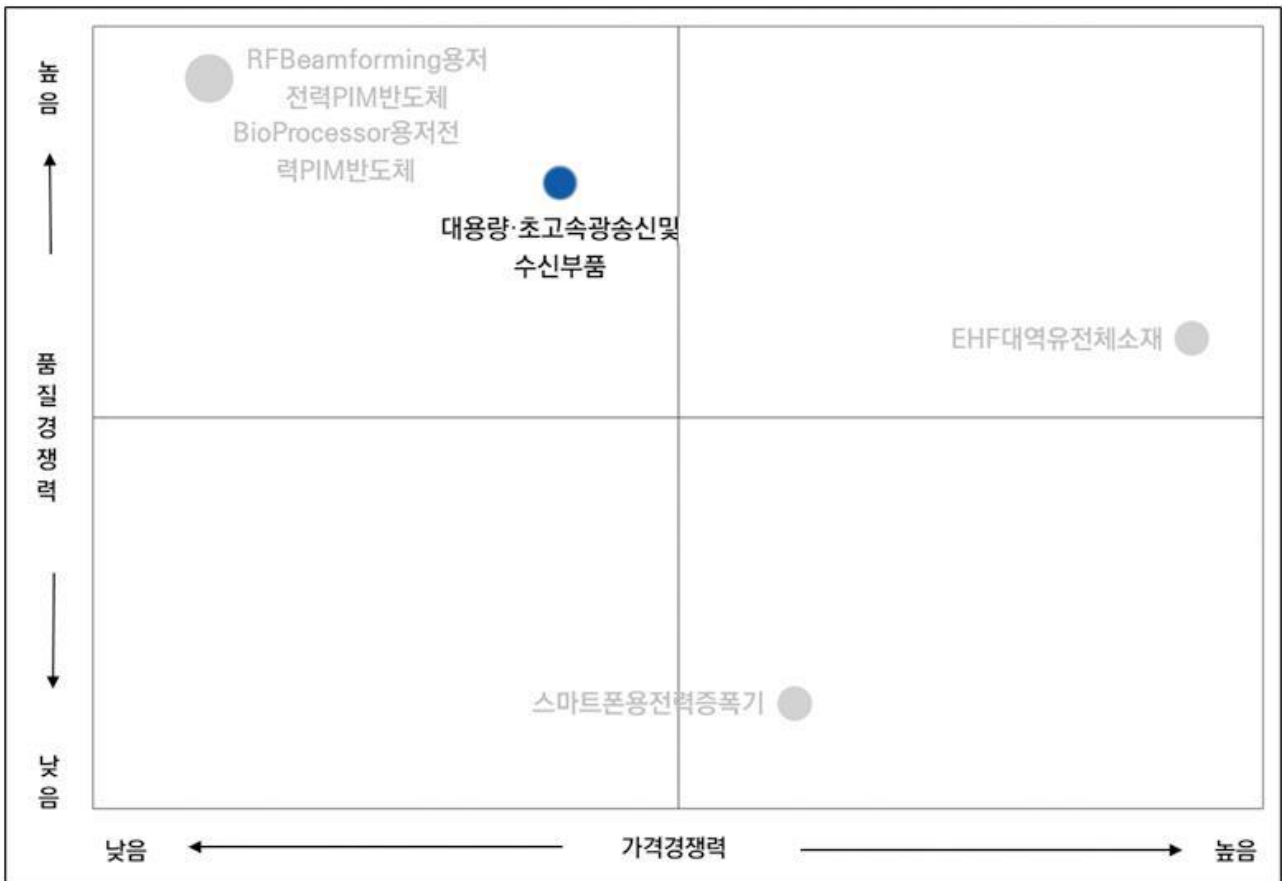


주 : 무역특화지수 = (수출액 - 수입액) / (수출액 + 수입액)

바. 경쟁력 현황

- ☐ 대용량 초고속 광송신 및 수신부품은 가격경쟁력이 낮지만 품질경쟁력이 높아 선진국 대비 경쟁력이 높은 품목으로 나타남

(원크기 : 선진국 대비 기술 수준)



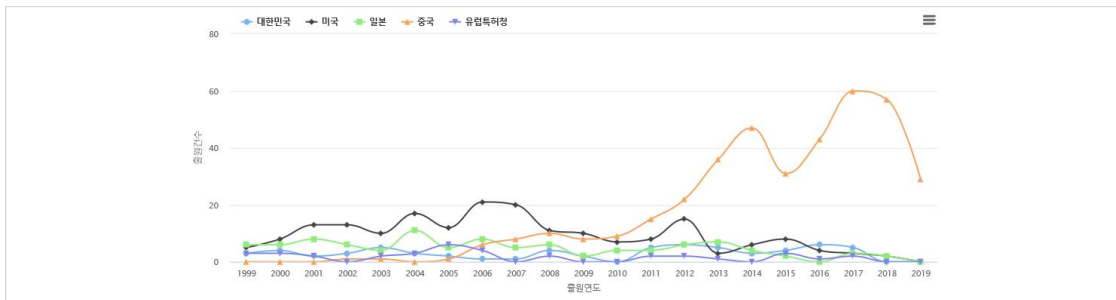
5. 주요 플레이어 특허동향¹⁾

가. 동향 분석

(1) 출원 동향

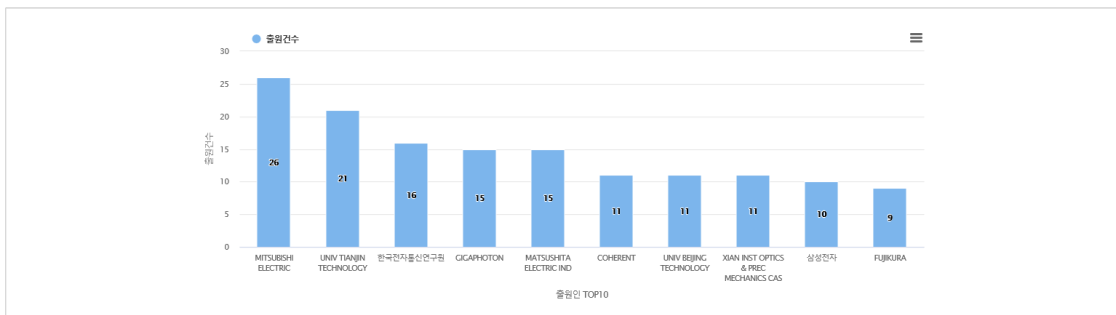
□ 연도별 국가별 출원 동향

- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야에 대해 1999~2019년 동안 주요 5개 국가(대한민국, 미국, 일본, 중국, 유럽)에서 출원된 특허 779건의 연도별 출원 건수를 통해 해당 품목의 특허 출원 동향을 파악한 결과, 연도별로 상기 5개 국가들의 출원 건수를 통해 국가별 최근 출원 동향을 파악함으로써 향후 기술개발 경향 및 시장 전망을 예측함
- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야에 있어서, 한국, 미국, 일본 및 유럽의 특허 출원은 최근까지 큰 증감없이 일정한 수준을 유지하고 있는 것으로 파악되고, 중국은 2010년을 기점으로 특허 출원 건수가 증가하는 양상을 나타내고 있음



□ 주요 출원인 동향

- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야에서의 선도 기업(기관)을 파악하고 이들 기업(기관)의 특허 출원 현황을 비교, 분석하여 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야의 상위 10개 출원인을 살펴본 결과, 일본의 MITSUBISHI ELECTRIC이 26건을 출원하여 동 기술 분야에서 최다출원인으로 파악되고, 그 뒤를 이어 중국의 UNIV TIANJIN TECHNOLOGY, 한국의 한국전자통신연구원 등이 상위권을 차지하고 있으며, 한국 기업으로는 삼성전자가 상위 10위 내에 위치하는 것으로 확인됨

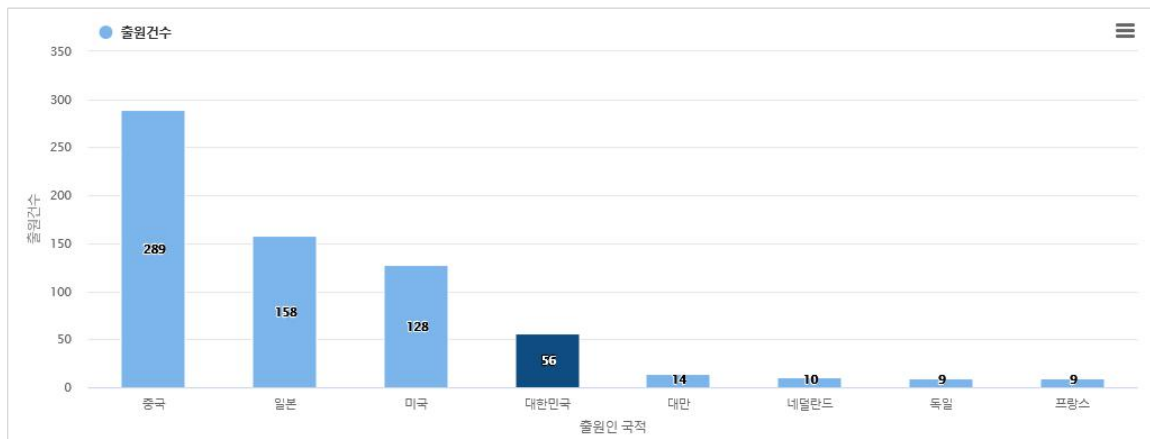


1) 자료 출처 : 특허빅데이터센터(KPBCenter), <https://pbcenter.re.kr/home/p/analysis-field>

(2) 국가별 세부 동향

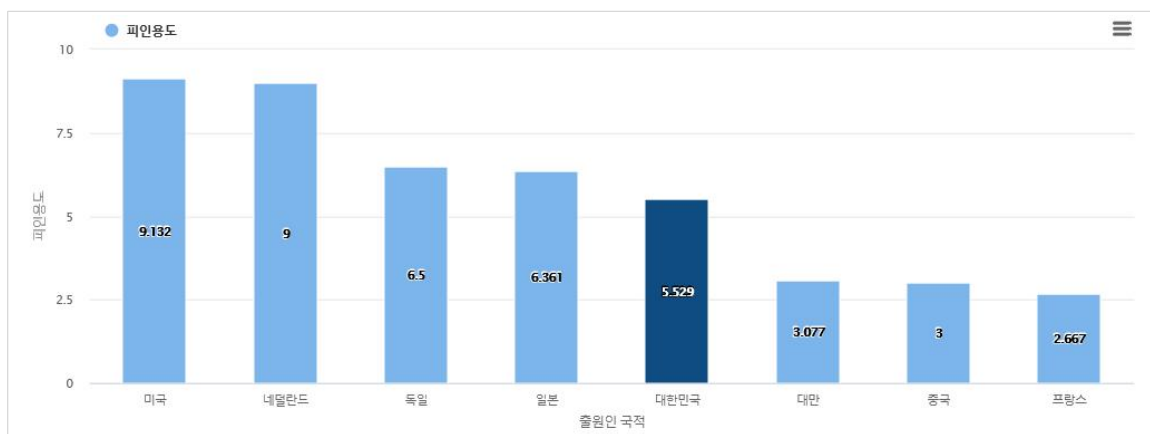
□ 국가별 특허 점유율 동향

- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야 특허 출원인의 국가별 양적 점유율을 분석하여, 특허 출원 선도국을 확인하고, 선도국 대비 한국 국적 출원인의 특허 점유율을 분석하여 양적인 경쟁력을 파악한 결과, 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야는 중국이 총 289건(41.9%)의 특허를 출원하여, 가장 높은 점유율을 차지하고 있고, 그 뒤를 이어 일본이 158건(22.9%), 미국 128건(18.5%) 및 한국 56건(8.1%)의 특허를 출원한 것으로 나타나, 동 기술 분야는 중국이 선도하고 있는 것으로 파악되었음



□ 국가별 피인용지수

- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야 특허 출원인의 국가별 피인용도 분석을 통해, 영향력이 높은 특허를 출원한 선도국을 확인하고, 선도국 대비 한국 국적 출원인의 특허 피인용도 분석을 통해 질적인 경쟁력을 해석함
- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야의 국가별 피인용지수를 살펴보면, 미국이 9.132로 특허 파급력 및 영향력이 가장 높은 것으로 파악되었고, 그 뒤를 이어 네덜란드(9.0), 독일(6.5) 등으로 파악됨. 한국은 피인용지수가 5.529인 것으로 나타나 타 국가 대비 특허의 질적 경쟁력이 보통인 수준인 것으로 판단됨



□ 국가별 주요시장 확보율

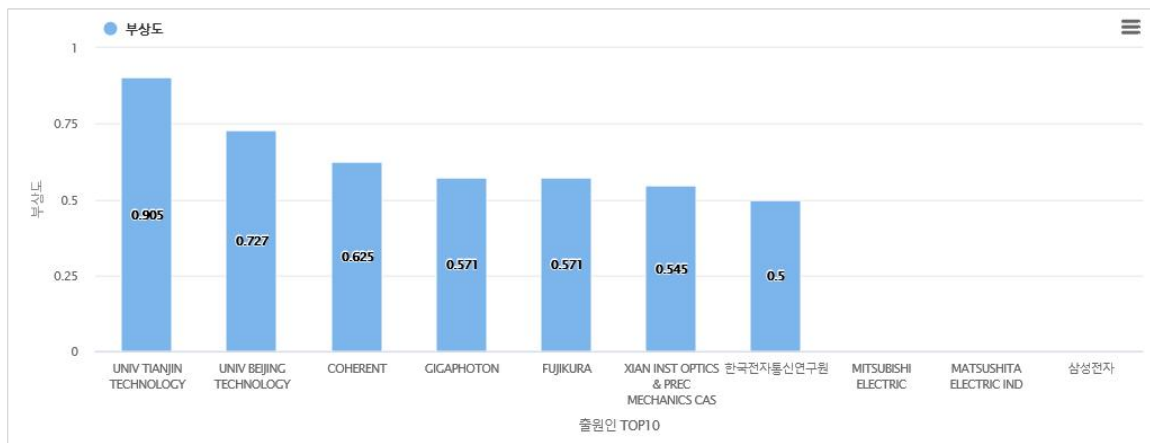
- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야에 있어서, 특허 출원인의 국가별로 주요 특허청(한국, 일본, 미국, 유럽, 중국) 중 3개 이상의 특허청에 동시 출원한 특허 비율을 분석하여, 주요시장 확보율이 가장 높은 선도국을 확인하고, 선도국 대비 한국 국적 출원인의 주요시장 확보율 분석을 통해 해당 품목의 국가별 시장영향력(또는 주요 시장 선점 의지)을 파악함
- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야에 있어서, 네덜란드가 해외 시장 진출을 위한 권리 확보를 위해 가장 활발하게 여러 국가에 동시 출원하고 있고, 그 다음으로 미국, 프랑스, 일본, 독일 순으로 나타남. 반면, 한국은 주요시장 확보율이 0.179으로 나타남에 따라, 해외 시장 진출 보다는 자국 내 특허 출원에 집중하고 있는 것으로 파악됨



나. 심층 분석 - 주요 출원인 IP 경쟁력 관점 분석

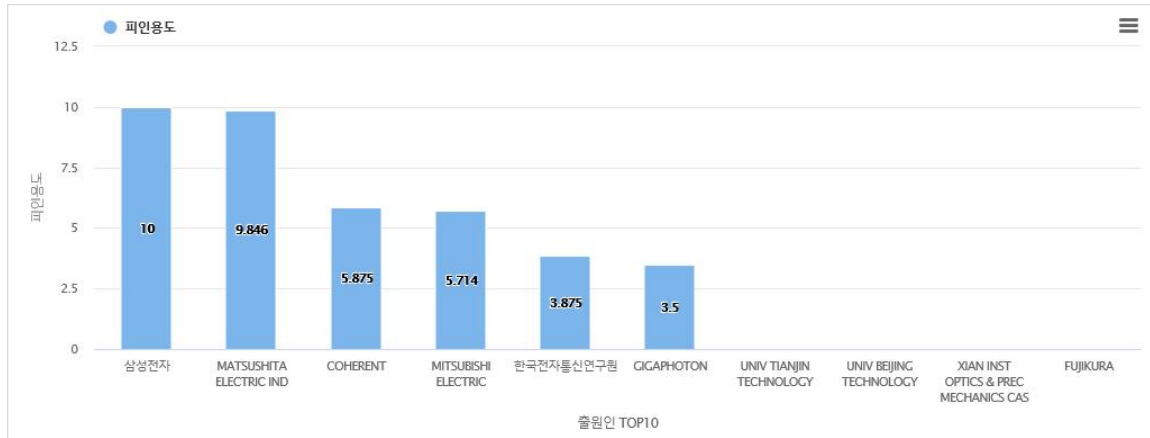
(1) 주요 출원인 기술부상도

- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야 상위 10개 주요 출원인들의 최근 5년간 특허 출원 건수를 기준으로 출원 증가율 변화를 통해 기술부상도를 산출하여 양적인 경쟁력 수준을 파악함
- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야의 최근 기술부상도를 살펴보면, 중국의 UNIV TIANJIN TECHNOLOGY가 0.905로 가장 높은 수준이고, 중국의 UNIV BEIJING TECHNOLOGY 0.727, 미국의 COHERENT 0.625, 일본의 GIGAPHOTON 0.571, 일본의 FUJIKURA 0.571로 TOP 5를 차지하고 있음. 중국의 XIAN OPTICS 0.545, 한국의 한국전자통신연구원이 0.5의 기술 부상도를 나타내고 있어서 해당 품목에서 상대적으로 경쟁력이 중간 정도인 것으로 파악됨



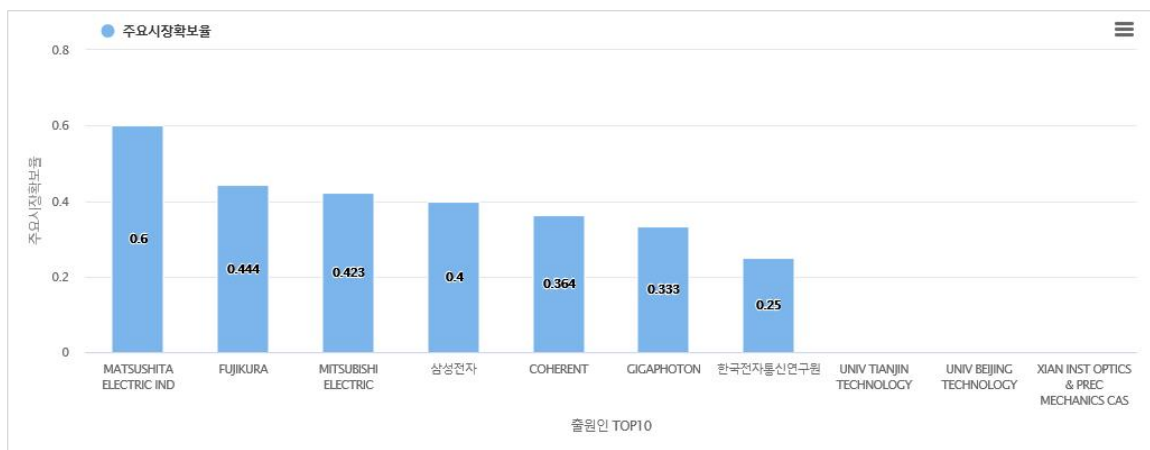
(2) 주요 출원인 피인용지수

- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야 상위 10개 주요 출원인들이 보유한 특허의 피인용 건수를 기반으로 피인용지수를 산출하여 주요 출원인들의 보유 특허에 대한 질적 경쟁력 수준을 파악함
- 한국의 삼성전자가 10으로 가장 높은 피인용 지수를 나타내어 특허의 질적 수준이 가장 높은 것으로 파악되었고, 그 뒤를 이어 일본의 MATSUSHITA ELECTRIC이 9.846, 미국의 COHERENT 5.875, 일본의 MITSUBISHI ELELCTRIC 5.714로 나타나 특허의 질적 수준이 타 기업에 비하여 상대적으로 높은 것으로 파악됨, 한국은 삼성전자 외에도 한국전자통신연구원이 3.875의 피인용지수로 10위권 내에 포함되는 것으로 파악됨



(3) 주요 출원인별 주요시장 확보율

- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야 상위 10개 주요 출원인별로 주요 특허청 중 3개 이상의 특허청에 동시 출원한 특허 비율을 분석하여 주요 출원인들의 주요시장 진출 수준을 파악함으로써 기업(기관)의 영향력 및 해외 시장 진입을 위한 특허 활동량을 파악함
- 대용량·초고속 광송신 및 수신부품(LD,PD)기술 분야에 있어서, 일본의 MATSUSHITA ELECTRIC이 0.6의 주요시장 확보율을 나타내어 해외 시장 진입을 위하여 가장 활발하게 특허 활동을 펼치고 있는 것으로 파악되었고, 그 뒤를 이어 일본의 FUJIKURA 0.444, 일본의 MITSUBISHI ELECTRIC 0.423 순으로 나타나고 있음. 한편, 한국 기업 중에서는 삼성전자가 0.4, 한국전자통신연구원이 0.25로 주요시장에 대한 진출 수준이 높은 것으로 파악됨



6. 전략제품 기술 개발 전략

가. 중소기업 기술 개발 전략

- ☐ 대용량 초고속 기능의 역할을 할 수 있는 구조 모델링 및 설계 기술 개발
- ☐ 초고속, 대용량을 위한 고품위의 에피 성장기술 개발
- ☐ 고품위 에피 성장을 기반으로 반도체 공정을 통한 송수신 칩 제조기술
- ☐ 외부환경에 내구성 강한 칩 패키지 기술 개발

나. 핵심기술 리스트

[대용량 초고속 광송신 및 광수신 부품 핵심기술]

핵심기술	개요
대용량 초고속 광송·수신부품 모델링 및 설계기술	초고속, 대용량을 위한 광송신광원 및 수신광원의 기능향상을 위한 모델링 및 설계기술
고품위 에피(Epi) 성장기술	초고속, 대용량을 위한 내부 양자효율 개선과 저결함 성장의 고품위 에피 (활성층구조설계/성장, 기판과의 격자 불일치에 의한 스트레인 조절, 전자 및 정공 주입을 위한 도핑, 6인치급 이상 대구경 성장) 기술
고기능의 광송·수신 칩(Chip)제조기술	고품위 에피 성장을 기반으로 반도체 공정을 통한 고기능 광송·수신 칩(동작속도 개선, 파장안정성 확보, 전송거리, 저전력소모)을 제조하는 기술
내구성 강한 칩패키지(PKG) 기술	외부의 온·습도환경 및 전자파나 진동등의 충격으로부터 칩을 보호할 수 있는 내구성 강한 칩 패키지 기술

다. 기술이전 관련 정보

- ☐ O-band DBR-EAM 칩 제작기술 (한국전자통신연구원, 출원번호: 2020- 0031380/레이저 소자)
 - 기술은 “5G-PON용 DBR-LD의 저전력 파장가변 동작을 위한 고효율 마이크로 히터 구현 기술 개발 (번호: 20EB1210/20YB1110)”, “5G-PON망 상용 적용을 위한 마이크로 히터 장착 DBR-LD 칩의 파장가변 효율 향상 기술 개발 (번호: 20HB4110)”, “5G+ 기지국 프론트홀 기술개발” 사업 내 “O-band 파장가변 LD 기술 개발 (번호: 20HH8120)” 과제의 결과물인 “O-band DBR-EAM 칩 제작기술”의 이전을 통해 5G용 파장가변 광 트랜시버 개발을 위한 핵심 칩 제작기술을 이전하고자 함.
 - 기술의 특징 및 장점으로서는 현재 ETRI에서 개발한 마이크로 히터 기반의 Tunable DBR-LD 구성이 파장가변 범위, 소자 크기, 가격에 있어 높은 경쟁력을 가지고 있고, EAM을 통한 고속변조 기술이

포함되어 25Gbps 동작을 지원할 수 있어, 다른 종류에 비해 가장 우수한 형태로 평가받고 있음.

☐ 고속 DFB laser 개발을 위한 소자 simulation 기술 (한국전자통신연구원, 출원번호: 2015-150402/WDM 기반 다채널 어레이 광원)

- 기술이전은 “통신용 10Gbps 반도체 레이저 칩 상용화 연구 및 생산기술 개발사업” (과제번호: 10048998)의 결과물인 “고속 DFB laser 개발을 위한 소자 simulation 기술”에 관한 것으로서 "밴드 갭 엔지니어링에 기반한 광이득 해석", "모드 및 빔 전파방법에 기반한 광도파로 해석", "전달메트릭스 방법에 기반한 열린 광 공진기 해석"을 포함함.
- 기술의 특징 및 장점으로서는 한국산업단지공단 주체로 한국전자통신연구원-한국산업단지공단 (광주전남지역본부)- 오이솔루션 간 기술이전 업무협약서 체결 (2016-6-8), ETRI 보유 설계 프로그램과 특허를 활용하여, 교육을 통해 관련 기술을 제공

☐ 발광다이오드의 제조방법(광주과학기술원, 출원번호: 1020140123831/ 2014.09.17)

- 발광다이오드의 제조방법으로 성장기판 상에 제1 질화물 반도체층, 활성층, 제2 질화물 반도체층이 순차적으로 적층된 발광구조물을 형성하는 단계 및 상기 발광구조물의 일부 영역에 제1 전극 및 제2 전극을 형성하는 단계를 포함하는 발광다이오드의 제조방법에 관한 것임.
- 자기조립 블록공중합체로 이루어진 나노 패터닝 구조체를 이용한 발광다이오드의 제조방법으로, 적층된 발광구조물을 나노로드 형태로 식각하는 단계, 제2 전극을 패터닝된 구조로 증착하는 단계, 발광다이오드를 캐리어 기판에 이동시켜 상기 성장기판을 제거하며, 상기 성장기판이 제거된 영역의 상기 제1 질화물 반도체층의 표면에 광추출 구조체를 배치하는 단계, 발광다이오드를 캐리어 기판에 플립칩 본딩하고, 노출된 성장기판의 표면에 광추출 구조체를 배치하는 단계, 제2전극 상부 또는 제2 질화물 반도체층 상부에 광추출 구조체를 배치하는 단계임.

☐ FP-LD의 상호 주입을 이용한 광대역 비간섭성 광원(BLS)을 주입하여 파장 고정된 FP-LD의 광변조 방법 및 그 시스템(한국과학기술연구원, 출원번호: 1020040091078 /2004.11.09)

- 두 개의 FP-LD 사이에 상호 주입으로 구성된 BLS와 광 전송에 사용되는 광섬유(Fiber)와 BLS의 복수 발진모드를 n개의 그룹으로 광을 필터링하는 제1 AWG, 제1 AWG를 통해 분리되어 파장 잠김된 광을 출력하는 n개의 FP-LD, 제1 AWG의 출력이 전달되는 가입자의 송신단에 구비되는 인코더(Encoder), 제1 AWG를 통해 입력되는 광을 출력하는 광 서큘레이터, AWG로부터 WDM 신호를 n개의 그룹으로 역다중화 시키는 제2 AWG, 제2 AWG의 출력이 전달되는 수신단에 구비되는 디코더(Decoder)를 포함하는 것을 특징으로 하는 광 변조시스템임.
- 저가의 BLS를 주입하여 파장 고정된 FP-LD를 구현함으로써 더욱 경제적인 WDM PON 가입자용 광원의 형성을 가능하게 함

☐ 자기 레환 F-P LD를 이용한 WDM-PON에서의 파장 가변 레이저 광원(경남대학교 산학협력단, 출원번호: 1020130124822 /2013.10.18)

- 자기 레환 F-P LD를 이용한 WDM-PON에서의 파장 가변 레이저 광원에 관한 것으로서, DC 신호를 생성하는 Bias-Tee와 Bias-Tee의 출력단에 연결되는 레이저 다이오드와 레이저 다이오드에 펄스신호를 공급하는 변조기, 레이저 다이오드에 연결되는 광써큘레이터, 광써큘레이터에 연결되는 PC와 커플러, PC에 연결되는 필터 및 커플러, 필터사이에 연결되어 광결합과 광분배를 하는 SMF로 이루어지는 중앙국과 리모트 노드 및 노드에 연결되는 광망종단장치(ONU)로 구성되어 광원으로 저가의 F-P LD를 이용하고, 광 써큘레이터, 편광 조절기, 0.8nm 선포의 Tunable BPF, 그리고 50:50 커플러만

으로 구성됨으로써 WDM-PON의 가격을 낮추고 쉽게 파장을 제어할 수 있음.

- 성능이 좋은 파장대역에서 상대적 잡음 밀도(RIN)가 10Gb/s의 속도로 전송할 수 있는 RIN threshold를 충족하여 10Gb/s의 고속 전송에서도 효율적으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 WDM-PON에 적용할 수 있는 새로운 자기 채환(Self-Seeding) 방식의 F-P LD를 이용하여 파장 가변 레이저 광원을 제공할 수 있는 장점이 있음

□ 파장필터를 내장한 광섬유격자 파장검출 모듈(한국전자통신연구원, 출원번호: 2019-0036287/ 광섬유 격자 센서용 다채널 광수신 모듈)

- 광학모듈은 4개의 광 채널을 구비한 배열 도파로 격자 칩 상부에 온도센서를 배치하여, 배열 도파로 격자 칩의 미세한 온도 변화를 감지할 수 있으며, 별도의 제어부를 통해 배열 도파로 격자 칩의 온도 변화와 광 파장 변화 값을 측정할 수 있음
- 기술의 특징 및 장점으로 광센서를 이용하여 맨홀 내부를 감지하는 시스템이 지중화 시 발생하는 부분방전 및 전력 누수로 인한 화재 예방 등의 감시시스템으로 유용하게 쓰일 것으로 기대되며, 온도 변화를 감지할 수 있으므로 전력 사업뿐만 아니라 통신, 열난방 시스템에도 사용될 수 있음

□ 듀얼포토다이오드의 제조방법, 그에 따른 듀얼포토다이오드, 듀얼포토다이오드를 이용한 파장 및 세기 측정방법 (홍익대학교 산학협력단, 출원번호:1020190050060/ 2019.04.29)

- 듀얼포토다이오드의 제조방법에 관한 것으로, 제1도전형 반도체층의 위에 i형 반도체층과 제2 도전형으로 도핑된 제2 도전형 반도체층을 순차로 적층하는 단계, 제2 도전형 반도체층과 i형 반도체층을 관통하는 트렌치를 형성하여 제1 도전형 반도체층을 공유하고 i형 반도체층과 제2 도전형 반도체층은 분리된 제1 소자와 제2 소자로 분리하는 단계, 제1 소자에 대해서 제2 도전형 반도체층을 적어도 일부를 식각하여 제거하는 단계, 제2 도전형 반도체층이 적어도 일부 제거된 제1 소자에 제2 도전형 도펀트를 주입하여 i형 반도체층의 두께를 감소시키는 단계, 제1 도전형 반도체층의 하면에 전극을 형성하고, 제1 소자와 제2 소자 각각의 제2 도전형 반도체층 상면에 전극을 형성하여 2개의 포토다이오드를 구성하는 단계를 포함함.
- 하나의 에피구조를 형성한 뒤에 i층의 두께가 다른 2개의 PIN 포토다이오드로 구성된 듀얼포토다이오드를 제조할 수 있는 효과가 있음. 또한, 포토다이오드의 흡수량 차이를 이용하면, 별도의 광학필터를 사용하지 않고도 입사된 빛의 파장을 도출하거나 빛의 세기를 계산할 수 있는 효과가 있음