전략품목 환경분석

광통신부품



CONTENTS

■ 전략품목 환경분석

전략품목 #1 광통신부품

1. 개요 ····· 5

가. 정의 및 필요성 ····· 5

나. 범위 및 분류 ····· 10

2. 환경분석 ····· 12

가. 시장 현황 및 전망 ····· 12

나. 기술개발 동향 ····· 15

3. 특허분석 ····· 35

가. 특허 동향 분석 ····· 35

나. 주요 기술 키워드 분석 ····· 39

다. 주요 출원인 분석 ····· 44

라. 분석 종합 ····· 49

4. 기술개발 로드맵 ····· 56

가. 요소기술 도출 및 핵심기술 선정 ····· 57

나. 기술로드맵 구축 ····· 61

전략품목 요약자료

전략품목 정의 및 범위

- **(개념 및 정의)** 광통신부품은 대용량 정보를 광 신호를 통해 전달하는 것으로, 광통신 시스템을 구성하는 관련 광 및 전기전자부품
  - 광통신용 파장가변 광원 제조기술, 초고속 광트랜시버 기술, 전력증폭 소자 패키징/모듈 조립 기술, 전력증폭 소자의 주요 성능 측정기술, 고전압 전류증폭 소자기술 및 광통신용 저열팽창 광학부품 제조기술 등의 기술을 포함

전략품목 관련 동향

○ **시장전망 및 제품 동향**

- **(시장전망)** 세계 광통신부품 시장 규모는 2021년 1,225억 달러에서 2027년 1,689억 달러로 연평균 6.9% 성장할 것으로 전망
- **(제품동향)** 광통신부품은 IT, 가전, 수송, 건축, 4차 산업을 후방에서 지원하는 역할을 수행하고 있으며, 통신부품은 전기전자부품 분야에서 기반기술 확보를 위한 전략품목으로, 비접촉(Untact) 기반의 각종 소프트웨어, ICT, 사물인터넷 관련 기술 등의 전체 산업 생태계에서 전방산업과 후방산업을 거미줄처럼 연결하는 다양한기술군의 특성을 가지고 있음

○ **기술개발 및 플레이어 동향**

- **(기술동향)**) 4G을 거쳐 5G·6G 무선 네트워크 시대로 접어들면서 무선 광통신 기반의 산업 기반 빅데이터, IoT 서비스 등 관련 산업 급성장에 따른 광통신 기술의 진전이 이뤄지고 있음
- **(플레이어)** Finisar(미), Avago(미), Cisc(미), Huawe(중), NEC(일), SUMITOMO ELECTRIC(일), 서울반도체(한), 지오씨(한), 피피아이(한), 한국단자공업(한), 아이쓰리시스템(한), 라이트론(한), 오이솔루션(한) 등

○ **핵심기술**

- 광통신용 파장가변 광원 제조기술
- 초고속 광트랜시버 기술
- 전력증폭 소자 패키징/모듈 조립기술
- 광통신 부품 신호처리/전송 기술
- 전력증폭 소자의 주요 성능 측정기술
- 고전압 전력증폭 소자기술
- 광통신용 저열팽창 광학부품 제조기술

중소기업 기술개발 전략

- 대용량 초고속 기능의 역할을 할 수 있는 구조 설계 기술 개발전략이 필요함
- 초고속 대용량 정보전송으로 소자의 신뢰성이 요구되어, 온습도 및 진동이나 충격에서 정보 전송을 할 수 있는 내구성 강한 기술 개발이 필요함
- 후방산업은 광관련 장비, 광전송장비, 측정기/제조장치, 광섬유/ 광회로가 포함된 제품군 제조업으로 구성되어 있어 정부 차원의 협력 지원이 필요함
- 광통신부품은 신뢰성과 기능안전 기술이 매우 중요하며 이를 위한 표준 교육, 컨설팅 서비스, 시험인증 기반을 강화하여야 함

1. 개요

가. 정의 및 필요성

(1) 정의

□ **광통신부품은 대용량 정보를 광 신호를 통해 전달하는 것으로, 광통신 시스템을 구성하는 관련 광 및 전기전자부품**

○ 광통신부품의 경우 크게 광섬유, 능동형 부품, 수동형 부품 등의 기술로 분류

- (능동형 부품 기술) 광증폭기, 발광소자, 수광소자, 광 송/수신 모듈 등 포함
- (수동형 부품 기술) 광커넥터, 광 스위치, 광 커플러, 광 합·분파기 등 포함

□ **광통신부품은 IT, 가전, 수송, 건축, AI 산업을 후방에서 지원하는 역할을 수행하며, 통신 부품은 전기전자부품 분야에서 기반 기술 확보를 위한 전략품목**

○ 비접촉(Untact) 기반의 각종 소프트웨어, ICT, 사물인터넷 관련 기술 등의 전체 산업 생태계에서 전방산업과 후방산업을 거미줄처럼 연결하는 다양한 기술군의 특성을 포함

○ 자연 그대로의 빛을 이용하는 시대를 거쳐, 스스로 빛을 생성 제어 활용하는 인공광 산업화 시대가 열리고, 4차 혁명시대에서 지능정보기술(AI, IoT 등)들과 결합한 고부가가치 광융합 기술로 전환 중

○ 가시광 파장대역의 기술개발에서 심자외선에서 중적외선 대역까지 기술범위 확대 및 특수파장 기술 개발로 혁신 신제품 다변화 진행 중

□ **대표적인 기술로는 광통신용 파장가변 광원 제조기술, 초고속 광트랜시버 기술, 전력증폭 소자 패키징/모듈 조립기술, 광통신 부품 신호처리/전송 기술, 전력증폭 소자의 주요 성능 측정기술, 고전압 전류증폭 소자기술, 광통신용 저열팽창 광학부품 제조기술 등**

○ (광통신용 파장가변 광원 제조기술) 파장 가변 범위가 넓고, 선택성이 우수한 특성 확보를 위한 브래그 격자 기술과, 반도체 광원 공정기술

○ (초고속 광트랜시버 기술) 5G/6G 모바일/엑세스 네트워크와 데이터 센터용 광부품을 위한 양방향용 광트랜시버 제작기술

○ (전력증폭 소자 패키징/모듈 조립기술) 열 방출이 우수하고 소자 효율과 성능을 향상 시킬 수 있는 소자 패키징 및 모듈 조립기술

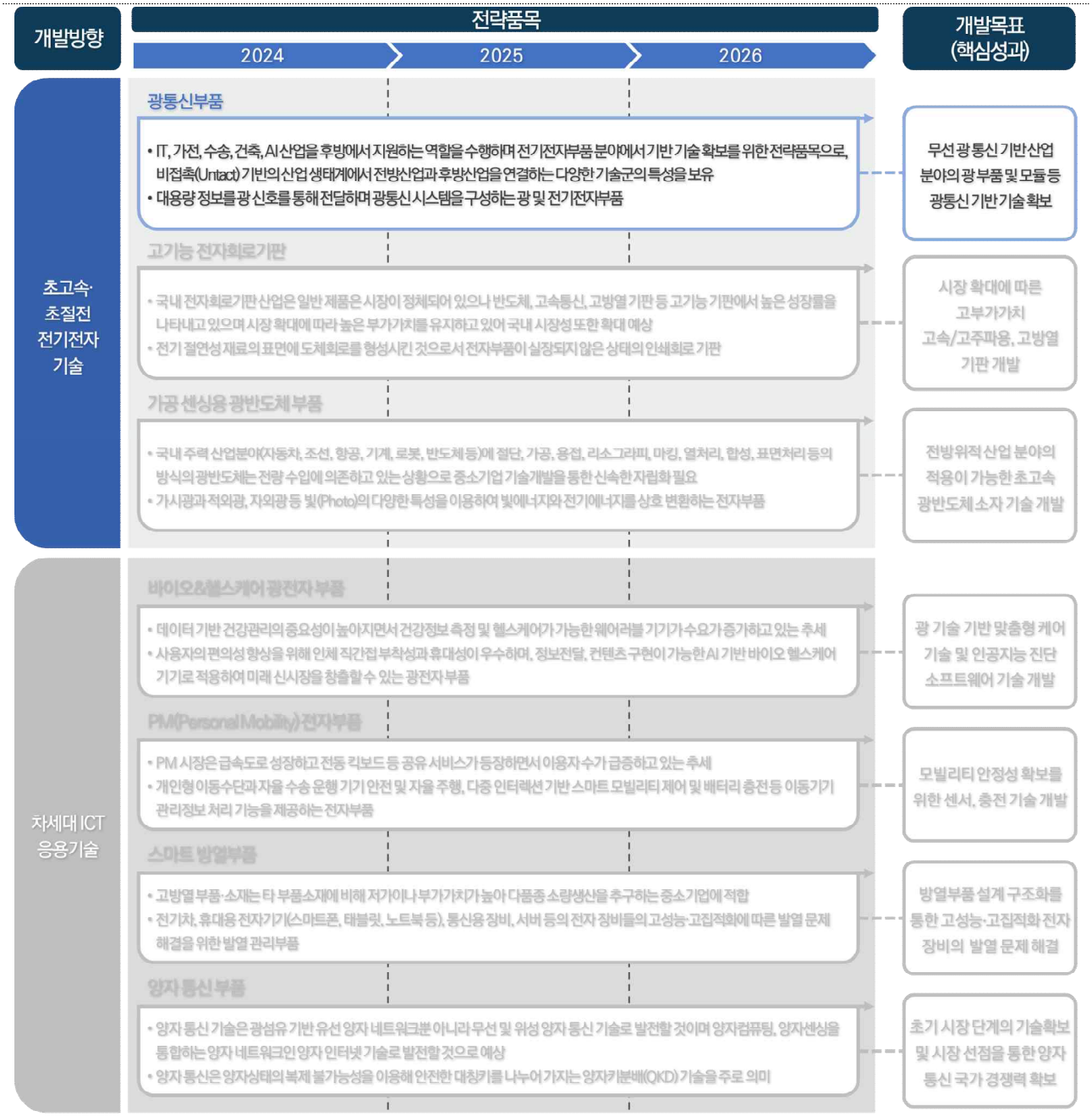
○ (광통신 부품 신호처리/전송 기술) 전기신호를 빛으로 변환하여 다른 칩으로 전송하는 광-전 인터페이스 기반으로 바뀌어 수백 Gbps급의 대역폭 정보이동이 가능하도록 하는 초고속 신호처리/전송 기술

○ (전력증폭 소자의 주요 성능 측정기술) 전력증폭소자의 성능을 검증하기 위한 OTA (Over- the-air)측정, 대/소 신호측정, 송수신기시스템 측정(Throuput, PER) 등 다양한 계측기술 확보기술

○ (고전압 전류증폭 소자기술) 고전압에서 높은 전류밀도와 전력밀도를 얻을 수 있으며 고속 동작이 가능한 고주파, 고출력, 고효율 소형의 전력증폭기 소자기술

○ (광통신용 저열팽창 광학부품 제조기술) 열 팽창 및 수축으로부터 반도체 소자를 보호할 수 있는 방열 소재를 활용한 광학부품 제조기술

□ 광통신부품은 전기전자부품 분야에서 초고속·초절전 전기전자 기술을 위한 전략품목으로, 본 전략품목 개발을 통해 광 부품 및 모듈 등 무선 광통신 기반 기술과 대용량 전송 핵심기술 확보가 가능할 것으로 전망



[전기전자부품 품목로드맵 내 광통신부품]

(2) 기술개발 필요성

□ **대용량 초고속 광·송수신 부품은 국제 경쟁력 향상을 위해 연구개발과 기술 확보를 위한 국가적 전략이 중요**

○ 대용량 초고속 광·송수신 부품은 장기적인 연구활동이 기업의 생존에 많은 영향을 끼치는 분야임에도 불구하고, 연구개발 투자 여력이 부족한 중소기업이 다수 존재하므로 지원 필요

○ 미국, 일본 및 EU 등은 제품 위주 기술 선도, 중국, 대만 등은 저사양제품에 주력 중이므로 기술 격차 추월을 통한 우위 확보를 위해 기술 지원 필요

○ 후방산업은 광관련 장비, 광전송장비, 측정기/제조장치, 광섬유/광회로가 포함된 제품군 제조업으로 구성되어 있으므로 국가적 협력 지원 필요

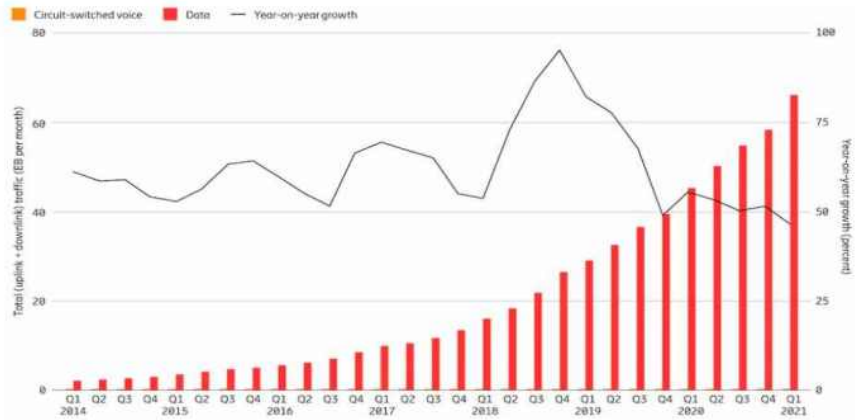
○ 대형 시스템 업체의 부품 회사들의 M&A를 통한 시스템-모듈-부품 수직계열화 전략과 광통신 생태계 변화로 인해 전략 추진 필요

□ **전세계 트래픽의 지속적인 증가로, 초고속 광통신 네트워과 무선 광통신 기술과 부품에 대한 수요가 지속 증가하므로 안정적인 기술 기반이 필요**

○ 5G 무선 광통신 산업 기반 빅데이터, IoT 서비스 등 관련 산업 및 6G 무선 네트워크 시대로 접어들면서 무선 광 통신 기반의 산업 기반 빅데이터, IoT 서비스 등 관련 산업 기술의 중요성이 대두

○ 초고속 대용량 정보전송으로 부품의 신뢰성이 요구되어, 온습도 및 진동이나 충격에서 정보 전송을 할 수 있는 내구성 강한 기술이 필요

(단위 : EB)



* 출처 : mobile network traffic update Q1 2021_Ericsson

[글로벌 이동통신망 데이터 트래픽 및 전년 대비 증가율]

□ **비접촉(Untact) 기반의 각종 소프트웨어, ICT, 사물인터넷 관련 기술 등의 전체 산업 생태계에서 전방산업과 후방산업을 거미줄처럼 연결하는 다양한 기술군의 특성을 포함**

○ 광통신부품은 홀로그래피, 시계, 스캐너, 광학기기, 광학부품, 각종 광학 컴퓨터 및 웨어러블 장비 및 부품과 같은 전기전자부품들이 포함되는 부품으로 기술 개발의 중요성이 높음

□ **인공지능, 클라우드 컴퓨팅, IoT, 이동통신(4G -> 5G -> 6G) 등의 급속한 발전에 따라 근간 네트워크에 해당하는 초고속 광통신 기술의 지속적인 성능 고도화 진행 필요**

○ 초고속 네트워크 강국 실현을 위해 지속적이고 안정적인 지능형 통신망 관리 기술 개발과 5G를 넘어 미래 6G 서비스를 위해 차세대 테라급 광통신 기술 개발 필요

○ 광통신은 국제표준 적극 참여, 특허 리더십 확보 등 세계 5G·6G 기술을 선도 중이며, 통신망 조기구축과 세계 최초 서비스 상용화 등 업계와 정부가 적극적으로 5G·6G 생태계 조성과 시장 확대에 나서고 있어 광통신부품에 대한 적극적으로 기술개발 필요

□ **일본의 화이트리스트* 규제와 같은 수출규제 정책과 무역분쟁으로 인한 잠재적 리스크 해소를 위한 광통신부품의 국산화 중요**

* 일본의 화이트리스트는 수출 우대국을 지정하여 수출 절차 간소화 혜택을 부여하는 정책으로 '19년 7월 한국이 제외된 이후 '23년 6월 4년 만에 한국이 재지정됨

○ 국내의 경우 국산 광모듈을 사용하고 있으나 전 세계적인 관점에서 품질 수준이 높은 일본 광소자가 적용된 제품을 선호하는 현상이 있으므로, 지속적인 연구 개발과 기술 확보가 중요한 부품

○ 국내 광통신부품 기술개발을 통해 중소기업의 대외 기술격차를 해소하고, 일본 수출규제 대응 등을 위해 광통신부품 상용화 실증 시행 필요

○ 사업화에 어려움을 겪는 중소기업 대상으로 광부품 시제품 제작, 시험검증, 시범망 적용 등 사업화 지원 필요

□ **광통신부품 시장은 4차 산업혁명과 코로나 19 이후 재택근무 증가에 따라 단순 하드웨어 중심의 제품에서 시스템 기술·산업과 연계되어 소프트웨어/클라우드 기반의 제품으로 전환될 가능성이 높을 것이므로 전략적인 지원 필요**

○ 전기전자부품 개발 및 제작 공정에 자동화 설비가 도입되고 있고, 원격 제어 및 모니터링 시스템 관련 시장 또한 하나의 공급망으로 형성될 가능성이 높음

나. 범위 및 분류

(1) 가치사슬

□ 광통신부품은 크게 광섬유, 능동형 부품, 수동형 부품 등의 기술로 분류

○ 능동형부품 기술에는 광증폭기, 발광소자, 수광소자, 광 송/수신 모듈 등이 포함되고, 수동형 부품 기술에는 광커넥터, 광 스위치, 광 커플러, 광 합·분파기 등을 포함함

- DFB, VCSEL, EML 등 발광 소자와 PIN-PD, APD 등 수광 소자 등을 포함한 능동 광소자
- 렌즈, 필터, Isolator, Circulator, 광파장 및 광파워 분배 소자,광커넥터, 광 스위치 등을 포함한 수동 광소자
- SerDes, TIA, LA, LDD 칩 등 아날로그 증폭 및 드라이버 소자 등의 전자소자
- 광전소자들을 패키징하여 성능을 최적화한 증폭기 모듈, 광감쇄기 모듈, 파장변환 모듈, 광변조 모듈, 스플리터 모듈, TOSA/ ROSA/ BOSA 등 OSA와 광트랜시버 등의 능동 및 수동 광모듈
- 광통신을 위한 광송신기 부분에는 광원(LED, LD), 광변조기가 사용되고, 광전송매체는 광섬유(광케이블)
- 광신호의 합과 분배를 위한 광다중화기는 WDM 등이 이용되며, 장거리 전송을 위한 광증폭기가 중간 중간에 사용되고, 광수신기 부분에는 수광소자(APD, PIN-PD)가 사용

□ 광통신부품의 전방산업은 전방산업은 IT, 가전, 수송, 건축, 4차 산업 등 범위가 상당히 넓은 편이고, 후방산업은 광관련 소재 부품, 장비로 구성

[광통신부품 품목 산업구조]

후방산업	광통신부품	전방산업
광관련 소재·부품·장비, 광전송 장비, 측정기/제조장치, 광섬유/광회로가 포함된 제품군 제조업	전자부품, 센서 부품, 광연결부품(광트랜시버, 광능동 디바이스, 광수동 디바이스, 광섬유·광회로 장치, 광측정기), 광연결시스템(광전송 장치 및 관련장치)	네트워크 장비, 이동통신, ICT, AI, AR/VR, 원격의료 및 교육, 가전, 수송, 건축, 4차 산업

* 출처 : 자체작성

(2) 용도별 분류

□ 광통신은 광융합 연결 부품과 광융합 연결 시스템으로 분류

○ (광융합 연결 부품) 광소자, 광모듈, 광선로로 분류

○ (광융합 연결 시스템) 기간/분배망 시스템, 이동망 시스템, 개인망 시스템, 광정보 보안 시스템으로 분류

[광통신 부품 분류]

대분류	중분류	세분류	해당 품목
광통신	광융합 연결 부품	광소자	**[통신용 수발광 소자]** 5xx ~ 15xx nm 수발광소자 (LED, LD, VCSEL, DFB-LD, ML-LD, Si-PD, Ge-PD, InGaAs-PD, APD), SiP-OIC **[수동형 부품]** isolator, circulator, NxN광분배기, 광커넥터, 광결합기, 광감쇄기, 광파장분리기, MPO, 광섬유격자, 광파장필터, 다중코아분리기 **[능동형 부품]** TOSA, ROSA, BOSA, 파장가변레이저, 파장가변수신기, SOA, 광변조기, 광스위치 디바이스, 그래핀광소자
		광모듈	**[능동형 장치]** 송수신장치(광트랜스폰더, 광송수신기, 광송신기, 광수신기, 파장가변), 광변조기, 광중계장치(광증폭기, 광중계기), 시/파장/공간 다중화장치, 광스위치, OXC, 광섬유 스플라이서
		광선로	**[수동형 장치]** 분배장치(광배선반, PON용 가입자분배장치) 파장분할장치 (WDM 다채널 다중/역다중장치) **[통신용 광섬유]** SMF, MMF, DCF, EDF, 다중코아광섬유, 다중모드광섬유, 편광유지광섬유(타원코어, Bow-tie), 특수광섬유 **[광케이블]** 광전복합케이블, Indoor/Outdoor 케이블, FTTH케이블, 특수광케이블
	광융합 연결 시스템	기간/분배망 시스템	**[기간망 전송]** WDM전송장치(WDM 다채널전송), TDM전송장치(SDH, PDH, ATM) **[분배망 전송]** PON, 광LAN, 광라우터, CATV, 이동통신용 광중계장치
		이동망 시스템	FSO(Free Space Optical communication), 4G/5G RAN
		개인망 시스템	Optical Camera Communication(가시광통신, Li-Fi, LED ID) 등
		광정보 보안 시스템	양자광통신

* 출처 : 광융합산업 분류표_한국광융합산업진흥회('23. 10.)

2. 환경 분석

가. 시장 현황 및 전망

(1) 개황

□ 지속적인 통신 용량 증가

○ 전 세계 인터넷 트래픽은 지속적으로 증가하며, 폭주하는 통신량을 수용하기 위해서 지속적인 고속 통신 시스템 및 광부품의 수요

* Cisco의 예측에 따르면 글로벌 IP 트래픽은 2017년 연간 1.5ZB에서 향후 5년간 연평균 26% 성장하여 2022년 4.8ZB에 도달할 것으로 전망

○ 광통신부품은 점차 초소형, 고집적, 저전력, 저가격화를 요구하고 있으며 이를 고려한 광원 및 소자, 모듈, 시스템 개발이 차세대 통신 시장의 점유할 관건

□ 국가별 기술 경쟁력 격차 심화 및 중국의 광 부품 시장 점유

○ 중국, 대만 등은 저가의 인건비 및 자동화 설비를 기반으로 저 사양 제품에 주력하고 있어 국내 산업체와 제작단가 및 기술 경쟁력의 격차 심화

○ 광통신부품의 주요 수요처는 북미, 중국, 동유럽, 동남아시아 등이며, 국가 기간망, 광가입자망, 기업망 등 국가별 투자 방향에 따라 주요 수요 제품군이 다름

- 광통신 기술은 편의성을 극대화하는 사회적 요구에 따라 기술 개발이 진행되므로 인구가 많은 중국, 인도 등이 주요 시장으로 부상

□ 기존 FTTH 에서 데이터 센터와 무선 광통신으로 비즈니스 모델 변화

○ 2000년대 초반 장거리 광통신 FTTH 시장에서 점차 데이터 센터 시장으로 비즈니스 모델이 변화하고 있으며, 4G을 거쳐 5G・6G 무선 네트워크 시대로 접어들며 무선 광통신 기반의 산업 기반 빅데이터, IoT 서비스 등 관련 산업 급성장

- 정책적·경제적·사회적·기술적 변화에 따른 광통신 산업의 제품 기술개발 및 신제품, 융합 제품 개발 등이 빠른 속도로 이뤄지는 중

- 광통신 기술을 중심으로 한 기술의 유/무선 융복합화 급속 진행

- 광통신부품 시장 규모는 텔레콤 > 데이터콤 > 무선광통신망 > 가입자망과 무선광통신망 부품 시장은 점차 확대되고 가입자망 부품 시장은 점차 축소

(2) 관련 시장 규모 및 전망

1 세계 시장

□ 광통신 세계 시장은 2021년 1,225억 달러에서 2027년 1,689억 달러로 증가할 것으로 전망

○ 광통신 세계 시장은 연평균 6.9% 성장할 것으로 전망

○ 국내 광산업 시장 규모는 한국광산업진흥회의 광산업통계시스템에 의거하여 산출되고 있으며, 광산업에 포함되는 세부 영역으로는 광통신, 광원 및 광전소자, 광 정밀기기, 광소재, 광 정보기기, 광학기기 등으로 분류되어 시장 형성

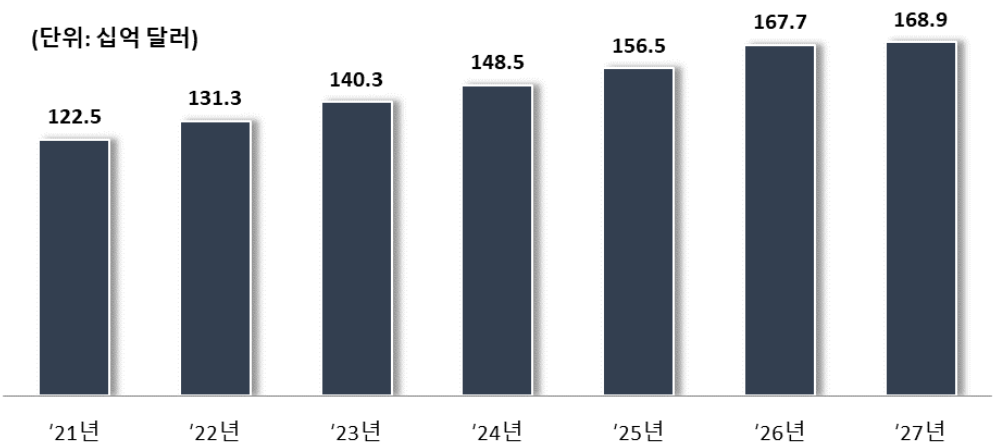
○ 전 세계적으로 5G 무선 광통신 시장이 급속하게 성장하여 5G 무선 광통신 백홀과 트론트홀에 사용되는 100G/400G 광모듈과 25G급 광모듈이 급속하게 성장할 것으로 전망

○ 차세대 데이터센터에서 사용될 이더넷 모듈인 2X200bE와 4x100bE 4000GbE의 수요가 점진적으로 증가할 것으로 전망되며, 데이터센터 분야의 성장이 광통신 부품 시장의 성장을 견인할 것으로 전망

[광통신 세계 시장 규모 및 전망]

(단위 : 십억 달러, %)

구분	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	CAGR ('21~'27)
세계시장	122.5	131.3	140.3	148.5	156.5	167.7	168.9	6.9
광연결 부품	39.1	43.8	48.1	51.6	54.7	60.7	67.4	11.4
광연결 시스템	83.4	87.6	92.2	96.9	101.8	107.0	101.5	4.9



* 출처 : 2021 현황 및 2022 전망보고서_한국광산업진흥회('22)

2 국내 시장

□ 광통신 국내 시장은 2021년 7조 9,450억 원에서 2027년 14조 1,519억 원으로 증가할 것으로 전망

○ 광통신 국내 시장은 연평균 10.1% 성장할 것으로 전망

○ 광통신 부품 관련 국내 기업은 약 123개사로 약 96.7%가 중소기업으로 구성되어 있으며, 수도권(46.3%), 전라권(33.3%), 충청권(16.2%) 에 주로 위치[1)]

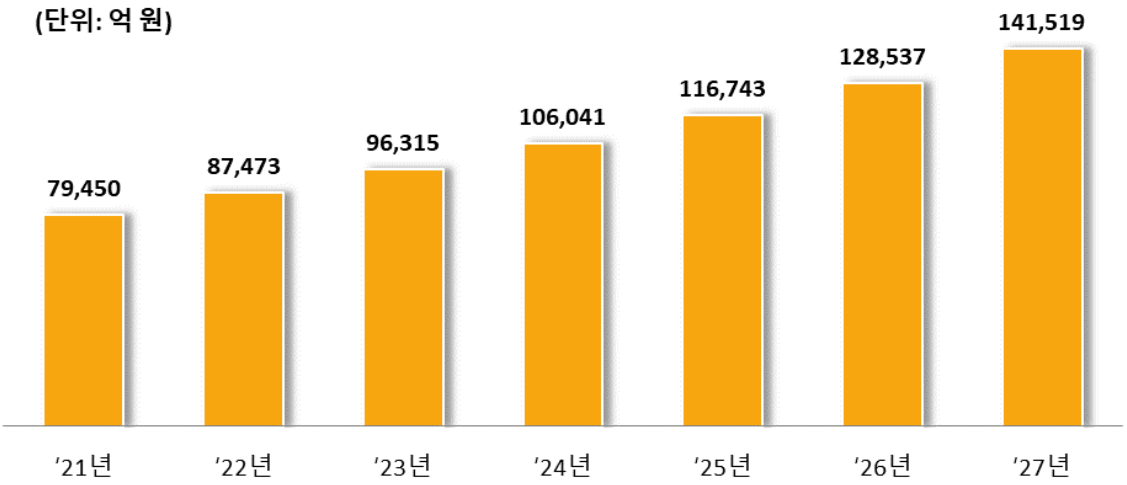
- 국내 광통신 부품 기업의 '21년 매출액 합계는 1조 3940억 규모로 기업당 평균 130억 원의 매출 규모를 보였으며, '19년 5G 상용화 시점에 전년 대비 약 30% 매출 성장을 보였으나 '20년 코로나 여파로 차후 매출액이 감소

* 국내 광통신 부품 기업의 매출액 합계 : ('17) 12,040억 원 ('18) 12,450억 원 ('19) 16,150 ('20) 12,890 ('21) 13,940억 원

[광통신 국내 시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'21년	'22년	'23년	'24년	'25년	'26년	'27년	CAGR ('21~'27)
국내시장	79,450	87,473	96,315	106,041	116,743	128,537	141,519	10.1



* 출처: 2021 현황 및 2022 전망보고서_한국광산업진흥회('22)
* 원-달러 환율은 분석기준 연도인 '23년 1~9월 평균 환율 1,300.32원/$ 적용 (한국은행 경제통계시스템)

1) 국내 광통신 부품 생태계 현황에 대한 연구_한국지능정보사회진흥원 (2022)

나. 기술개발 동향

(1) 개황

□ 광통신부품은 미국이 최고기술국으로 평가되었으며, 우리나라는 최고기술국 대비 85.0%의 기술수준을 보유

○ 한국 중소기업의 기술경쟁력은 최고기술국 대비 80.0%, 기술격차는 4.0년으로 분석되었으며, 주요국 기술경쟁력은 미국(100.0%) > EU(90.0%) > 일본(85.0%) 순으로 평가

□ 코히어런트 기술의 진화

○ 코히어런트 발표 및 로드맵은 두 가지 주제에 초점이 맞춰져 있음

- 400ZR Pluggable 모듈 상용화, 600Gbps 이상의 단일파장 속도가 고속화

○ 400ZR pluggable 모듈 상용화

- 400ZR pluggable과 그 관련 제품을 시장에 출시하기 위해 10여개 회사(II-VI, Arista Networks, Acacia, Inphi, Ciena, Infinera, Nokia, Neophotonics, MACOM, Intel, Ranovus, NEL, etc)가 총 5억 달러 이상의 투자를 진행

- Acacia, Inphi, Infinera, Ciena, NEL는 자체 DSP chip및 집적광 모듈, 라인카드 개발 등 수직 계열화 전략을 취하고 있음

○ 600Gbps 이상의 단일파장 속도 고속화

- Acacia나 Huawei가 만든 600Gbps DSP를 사용한 코히어런트 전송의 경우, 스펙트럼 사용 효율이 매우 높아서 광섬유의 이론적 최대 전송용량을 나타내는 Shannon Limit에 근접

- 하지만 더 이상의 복잡한 변조 방식을 통한 스펙트럼 사용 효율화 기술은 비용이 너무 증가하여 경제적 관점에서는 한계에 도달함에 따라, 복잡한 변조 방식을 사용하는 대신, 파장당 전송 baud rate(보드 속도)를 높여 심볼 속도를 향상시키는 방법임. 이 방법은 기존 방식과 비교하여, 적은 수의 DSP 및 광모듈을 가지고도 동일한 대역폭의 제공이 가능

□ 광인터커넥션 기술 진화 현황

○ 데이터 센터나 전송 라우터 등에 사용하는 Ethernet Switch의 최대스위칭 용량은 현재 12.8Tbps임. 2021년까지는 25.6Tbps 스위치 생산을 예고하고 있고, 2023년까지 50Tbps이상의 용량을 가진 스위칭 칩이 개발될 것으로 예상

○ 기존의 플러그형 광모듈 방식(위 그림 참조)으로 향후 25.6Tbps 스위치 칩과 서버를 연결할 실용적인 인터페이스 (I/O) 솔루션이 될 것으로 예상

□ 5G·6G 모바일 망에서의 광부품 시장

○ 5G 모바일은 미국, 일본, 중국 및 한국에서 초기 시험을 통해 전 세계에 출시되기 시작

○ 5G는 속도를 향상시키는 것 외에도, 네트워크 대기 시간을 개선하고 IoT 애플리케이션에 대한 대규모 연결을 가능하게 하는 것을 목표로 추진

○ 무선을 BBU(기저 대역 장치)에 연결하는 eCPRI 인터페이스는 25Gbps 및 50Gbps의 이더넷 속도를 목표로 추진

□ 광융합 연결부품 기술 동향[2)]

○ 광통신 시스템 기술의 발전은 광소자 기술의 발전 없이 불가능하며, 광소자 기술발전은 매우 빠르게 변화 중

○ **(광원)** 400G용 광원의 가격을 낮추기 위한 기술개발이 진행 중임. 기본적으로 50Gbaud 동작은 DFB-LD로는 매우 어렵기 때문에 저가형인 변조 방식인 직접 변조는 VCSEL이 가능하나 단거리만 가능하며, EML과 SiPh를 집중적으로 연구 중

- 기본적으로 EML의 경우는 변조기의 특성 유지를 위해 온도를 고정시켜야 하므로 Cooled type으로 진행되어야 하므로 가격 상승의 요인임. 그러나 Lumentum, CIG(Oclaro 브랜드), NeoPhotonics 등은 설계 방침의 사정으로 EML을 사용

- 100G QSFP28 LR4, 400G QSFP-DD DR4와 FR4는 DML로 대응 가능함. Lumentum 에서는 비용 절감을 위해 400G QSFP-DD FR4 용으로 uncooled EML을 개발 중

2) 2021 현황 및 2022 전망보고서_kapid (2022)

- 일반적으로 400G LR4 사양에 EML을 필요로 하지만, 몇 회사가 DML의 실현을 위해 기술개발 중

- (T-LD) 100G / 200G까지 μITLA가 지속적으로 사용될 것으로 전망됨(ITLA : Integrable Tunable Laser Assembly). 400G 이상으로는 2019년 Q4 무렵에 등장할 것으로 보임. DCI를 위한 비교적 단거리인 Pluggable 광트랜시버용으로 COSA(ICR과 CDM의 통합 모듈)과함께 나노 ITLA이 탑재될 것으로 예상 (CDM : Coherent Driver Modulator, COSA : Coherent OSA)

- (VCSEL) 1310nm 파장대는 850nm 파장대 대비보다 먼 거리를 전송할 수 있음. 따라서 VCSEL의 기술 동향 가운데 장파장 화가 중요한 이슈이고, 현재는 850nm 대역의 단파장을 사용하고 있지만, 장파장인 1310nm 파장을 개발하여 WDM 등의 기술을 사용하려는 경향이 있으며 현재 개발 중

- (VCSEL) 400G CFP8 SR8은 25G VCSEL, 50G Baud를 출시했으며, 고속 대용량화할수록 짧아지는 전송 가능 거리

○ **(광트랜시버)** 고속・대용량화 추세로 Beyond 5G 통신트래픽, IoT 트래픽, 클라우드 데이터의 증가는 통신사업자 인프라와 데이터센터 인프라의 고속・대용량화의 3대 요소라고 할 수 있고, 고속・대용량화 추세

- 미국을 대표하는 Verizon이나 AT&T의 경우는 국내통신사업자와 달리 LTE와 5G망을 동시에 수용하는 구조를 유지하는 추세

- 기존 LTE망의 경우 DWDM이나 CWDM을 선택적으로 사용하여 구성하였기 때문에, 5G망에서 요구하는 광인터페이스 회선을 기존 망에 추가하는 형식을 취함

- Verizon은 기존 망과 차별되는 부분도 있는데, 그 특징은 LTE의 CPRI 회선과 5G의 eCPRI 회선을 동시에 지원할 수 있는 RoE 스위치를 배치한 구성도 포함

○ **(광검출 소자)**

- (56Gbaud PIN-PD) 400G PAM4(100G/λ)에 사용하기 위해서 검출기 부분은 56G PIN-PD 또는 APD가 사용됨. 56G PIN-PD의 경우, 실리콘 기판상에 증착한 Ge를 흡수층으로 사용하는 Si-Photonics 기술과 InGaAs를 흡수층으로 사용하는 광검출기 개발

- (56Gbaud PIN-PD) Ge-PD는 1550nm 파장에서 온도에 따라 광 흡수가 급격히 저하되므로 O-band 용으로 주로 사용되며, InGaAs PD는 O-band뿐만 아니라, C-band / L-band에도 사용 가능

□ 데이터센터용 광부품 기술[3)]

○ **(광송수신 모듈)** 데이터센터용 광트랜시버의 전송용량을 증가시키기 위해 높은 대역폭, 낮은 소모전력, 작은 크기를 동시에 만족시켜야 하며, 이를 달성하기 위하여 CPO 기술 대두

- CPO는 광소자(광원, 광검출기, 광회로 칩)와 전자소자(DSP 및 ASIC칩)를 단일 기판에 이종 집적하는 기술로, 초소형 패키지를 통해 RF 배선의 길이를 짧게 유지하여 불필요한 전자소자의 사용을 줄임으로써 열효율과 소모전력 감소 가능

- CPO 기술을 사용하여 광소자가 ASIC의 바로 옆에 배치되면 DSP 칩을 사용할 필요가 없고 대역폭도 증가되어 고속으로 신호 전송 가능

- CPO 기반 광모듈 적용 시 통신 지연은 50%, 소모전력은 66% 이상 감소하고, 단위 bit당 가격이 40% 낮아지며, 통신용 랙의 집적도 또한 50% 이상 증가될 수 있음

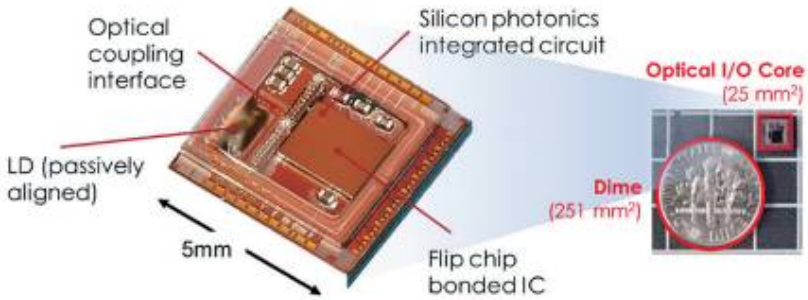
* Meta(구 Facebook)와 Microsoft는 2019년에 모듈 생산하는 제조업체에 MSA를 제공해 주기 위한 CPO Collabration을 시작하였으며, Intel과 Cisco를 포함한 선도적인 통신장비 공급업체도 적극적으로 연구 중으로, 기술적으로 아직 극복할 사항이 있지만, 전문가들은 대략 2027년부터 CPO 모듈이 Pluggable 모듈을 대체할 수 있을 것으로 예측

- CPO 기술은 실리콘 포토닉스 기술이 발전함에 따라 전자회로와 광회로를 이종집적하는 것으로부터 발전하기 시작하여, 최근에는 실리콘 포토닉스에 국한되지 않고 각 업체마다 각자의 장점을 살려 실리콘, InP, GaAs, 실리카 재질의 광소자를 활용하여 다양한 CPO 모듈이 구현되고 있음

* 인텔은 실리콘 포토닉스 칩, Driver/TIA 칩, SerDes 칩을 동일 기판에 집적하고, RF 배선과 PMIC칩은 기판의 뒷면에 집적하는 실리콘 포토닉스 기반 광학엔진을 개발하였으며, 현재는 상용 driver 칩을 사용하여 채널당 53.125Gbps로 전송속도가 제한되었는데, 이 부분만 개선된다면 106.25Gbps PAM4 16채널(1.6Tbps)까지 동작할 것으로 기대

* 일본 AIO Core 광학엔진의 경우 실리콘 포토닉스 기반 집적광회로 칩 자체를 기판으로 사용하였으며, 이종의 레이저는 실리콘 포토닉스 칩에 형성된 트렌치를 통해 광결합되었고 전기소자(Driver/TIA)는 그 윗면에 플립칩본딩으로 집적하였고, 이 광학엔진은 32Gbps NRZ 4채널로 구성되어 있으며, 2022년에는 50Gbps NRZ 4채널 모듈이 개발될 예정

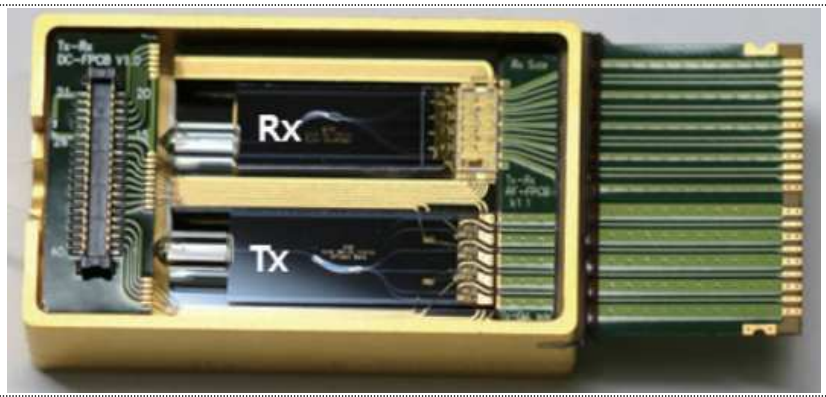
3) 데이터센터 통신용 광소자 및 광부품 기술 동향_한국전자통신연구원(ETRI)_(2022.)



* 출처: Reproduced with permission from_CC-BY 4.0._데이터센터 통신용 광소자 및 광부품 기술 동향_ETRI (2022)

[실리콘 포토닉스 기반 광학엔진(AIO Core)]

* ETRI에서는 EML 광원, 광검출기, 2%-Δ 실리카 AWG, TIA IC를 집적하여 400Gbps 광송수신 엔진(TROSA)를 개발하였으며, . 45GHz의 넓은 변조대역폭을 갖는 EML과 마이크로 렌즈가 집적된 40GHz급 광검출기를 2%-Δ 실리카 AWG 칩에 집적하였고 광 모듈 가격을 낮추기 위하여 체형 flexible PCB를 적용하였고 송수신부가 단일패키지에 집적된 TROSA 형태로 구현



* 출처: 데이터센터 통신용 광소자 및 광부품 기술 동향_ETRI('22)

[400Gbps 광송수신 엔진]

(2) 주요 기술개발 동향

1 해외 기업

□ **해외 주요 기업에서는 기업 인수를 통한 기술력 확보와 생산 제품군 확대로 기업의 성장을 도모하며 시장점유율을 확보 중**

○ Marvell (미국)

- 코히어런트 기술의 400ZR 규격이 적용된 400G 단일 DSP 칩, 실리콘 PIC를 포함한 QSFP-DD DCO 광 트랜시버를 업계 최초로 개발('21.3.)

○ II-VI

- 세계 최대의 광통신 부품업체인 Finisar를 인수하여 단순에 세계 최대 광통신 부품업체로 올라섰으며, 거의 전 부문에 걸친 광통신 부품에서 세계 최고 수준의 제품 기술을 확보 중

○ Lumentum (미국)

- 세계 2위의 광부품업체로 II-VI와 마찬가지로 광통신 부품 전 영역에서 강점을 보이고 있으며 Oclaro 인수를 통해 광원 관련 세계 최고의 기술력을 확보

- 특히 빛/전기 신호를 바꿔주는 광모듈 부문에서 상위권을 차지하며, ROADM, DWDM 등 광통신 구축을 위한 부품 및 레이저 라인업 구축

○ Acacia (미국)

- 코히어런트 기반의 하이앤드 광 트랜시버 생산업체로 실리콘 포토닉스 기술과 디지털 신호처리 기술을 활용하여 새로운 강자로 부상하고 있으며 2019년 시스코에 합병되었으나 독립적인 사업을 진행 중

○ Intel (미국)

- CPU의 세계 최고 기업인 인텔은 2000년대 중반부터 실리콘 포토닉스 기술 개발을 시작하여 데이터센터용 광 트랜시버 부분에서 두각을 나타내는 중

○ 브로드컴(미국)

- 세계 최고 수준의 전자소자 제조업체로 가입자망, 데이터센터용 광소자 및 광부품을 생산하고 있으며 광 트랜시버 시장도 참여

○ Nokia(미국)

- 400G 코히어런트 DSP 칩(Super Coherent, 7nm 공정) 개발('20), 실리콘 포토닉스 기반 옵티칼 엔진을 개발하여 400ZR용 QSFP-DD 광트랜시버 개발 중

○ Finisar(미국)

- 100G 코히어런트 송수신용 부품업체인 u2t photonics(독일)를 포함 총 12개의 광통신부품업체를 인수

○ Avago(미국)

- 초소형 광통신모듈용 LD 공급업체인 Cyoptics(미국)를 인수함으로 핵심부품의 자체공급체계를 구축

- 인수합병을 통해 핵심 부품을 경쟁업체로 공급되지 못하게 제한함으로써 경쟁우위를 확보하고 자체 부품 공급체계를 수직계열화하여 대외 경쟁력을 강화

○ Cisco(미국)

- 광액세스/에지/케이블망에 특화된 P2P/DWDM 연결용 100G 액세스 QSFPDD 광트랜시버 개발('20.8.)

- CMOS photonics 전문회사인 Lightwire를 인수하여 CPAK을 상용화

○ CableLabs(미국)

- 차세대 케이블 망을 위한 코히어런트 광전송 기술 적용을 위한 전이중(Full-duplex) 100G/200G 물리계층 규격(2020) 및 CTD(Coherent Termination Device) 규격 발표('21.6.)

○ Huawei(중국)

- 영국의 칩 제조회사 CIP와 실리콘 포토닉스 업체 Caliopa을 인수

○ NEC(일본)

- 한 개의 광파이버에 복수의 광신호를 실어 보내는 광파장분할다중(WDM) 시스템과 관련, 한 개의 광파이버에서 초당 40기가비트의 광신호를 동시에 273 종류까지 전송할 수 있는 신기술을 개발

○ SUMITOMO ELECTRIC(일본)

- 최근 6세대(6G) 통신 시장을 겨냥한 차세대 광섬유 개발에 착수('22.1.)

- 전통적으로 반도체 광소자 관련 높은 기술력을 확보하고 있으며 광 모듈뿐 아니라 광소자 칩을 직접 주요 광 트랜시버 업체에 공급 중

2 국내 기업

□ 국내 주요 기업은 광통신 기술 고도화를 이루며, 이통통신, 반도체, 데이터 센터 등 다양한 수요군에 맞는 부품을 기술개발 중

○ 서울바이오시스

- 5G통신 시대에 필수인 유선 네트워크 및 데이터 송수신이 가능한 근거리 전용 25기가(Gbps) 레이저 다이오드 빅셀(VCSEL) 기술을 국내 첫 개발, 양산에 성공
- 256bps 빅셀은 반도체 기판에서 수직으로 빛을 방출하여 일정한 규칙에 따라 나열된 데이터들의 집합체 형태로 빠른 통신을 가능하게 하는 고난이도의 레이저 다이오드 기술
- 차세대 발광다이오드(LED) 기술로 유기발광다이오드(OLED)의 잔상 현상의 단점을 극복하며 질화갈륨을 사용해 발광효율을 높이는 ‘마이크로 LED 기술’ 확보 지속 추진

○ 파트론

- 파트론은 2003년부터 카메라 모듈과 이동통신 RF 부품 사업에 주력하고 있고, 2018년 기준으로 안테나 RF 부품을 LG, 노키아, 삼성전자 등에 공급과 더불어 와이파이(Wifi), 블루투스, NFC 등 다양한 휴대폰용 안테나 제조

○ KET

- 커넥터 전문업체로 자동차 전장모듈, 무선통신, 광통신부품 등 공급과 가전제품 및 IT기기의 각 부위에 사용되는 다양한 전기 및 광 커넥터 생산 및 판매

○ 옵토웰, 옵티시스

- 국내 기존 VCSEL 칩 및 패키지 업체로서, 현재까지는 통신용 사업에 집중하고 있으며, 고출력 VCSEL은 아직 개발단계에 머물러 있는 상태
- 고출력 근적외선 VCSEL Epi/Chip 개발 중

○ 엘지이노텍

- 애플의 안면인식 3D 카메라 조립을 담당하는 회사로 시장의 확장성을 인지하여 안면인식 및 거리인식 용 3D 센싱 모듈에 탑재되어 양산을 시작한 상태

○ QS

- 고출력 근적외선 VCSEL Epi/Chip 개발 중

○ 삼성전기

- Chip 구매하여 안면인식 및 AR 모듈 개발 중

○ 기가레인

- RF 부품과 반도체 장비 제조를 주력하고 있고, 10GHz 이상의 조건에서 사용 가능한 고주파 RF 커넥터 부품 생산이 국내에서 유일한 편에 속하고, 수출 규제 이후 나노 기반의 광학장비 개발 및 사업화 주력

□ 국내 중소·중견기업은 광통신 관련 광케이블, 센서, 광통신 장비 등 공급망을 형성하며 사업영역을 확대하여 기술개발 중

○ 지오씨

- 광케이블 개발을 주력으로 하고 있고, 2019년 국내 최초로 광융합 센서를 활용한 관상동맥 혈관 내 혈압측정 시스템 장비 개발 성공

- 본 제품 개발 성공을 통해 광케이블에 이어 광센서 부문으로 사업영역 확대 기반 마련

- 광케이블과 관련해서는 2020년 2월 통신용 적외선 차단 광케이블을 세계 최초로 개발함으로써 해킹 원천 차단이 가능하고 연간 5만 km 규모 대량 생산능력을 갖춤

○ 피피아이

- 1999년 전남대 학내 벤처기업으로 설립되어 데이터 센터 및 5G 이동통신 통신망 부품 제조 및 공급을 주력으로 하고 있고, 2019년 반도체 공정에 적용 가능한 평판형 광집적회로를 개발함으로써 통신용 핵심 부품인 AWG 양산 및 납품(미국 인텔, 한국 KT 등에 납품)

- PLC 기반의 광 분배기 생산업체였으나 최근에는 데이터센터에 사용되는 파장 다중화기 판매를 통해 해외시장에 진출

○ 한국단자공업

- 커넥터 전문업체로 자동차 전장모듈, 무선통신, 광통신부품 등 공급

- 가전제품 및 IT 기기의 각 부위에 사용되는 다양한 전기 및 광 커넥터 생산 및 판매

○ 아이쓰리시스템

- 적외선 영상센서, 엑스레이 영상 센서 및 이를 장착한 전자제품의 개발·제조·판매
- 국내에서 최초로 적외선 영상 센서의 개발 및 양산에 성공한 기업으로 국내 군수 시장 분야에서 독점적 지위를 확보 중

○ 라이트론

- 양방향 광트랜시버를 세계 최초로 개발한 광통신모듈 전문기업으로 광통신 모듈, 케이블 티비 모듈이 주요 제품
- 반도체 레이저, 포토다이오드 및 양방향 송수신 모듈 등 광통신용 장치 및 광계측기 등의 제조·판매
- 주로 광 트랜시버를 생산하는 업체로 광 가입자 및 프론트홀용 제품을 판매하고 있으며 CATV용 광 모듈도 상용화

○ 오이솔루션

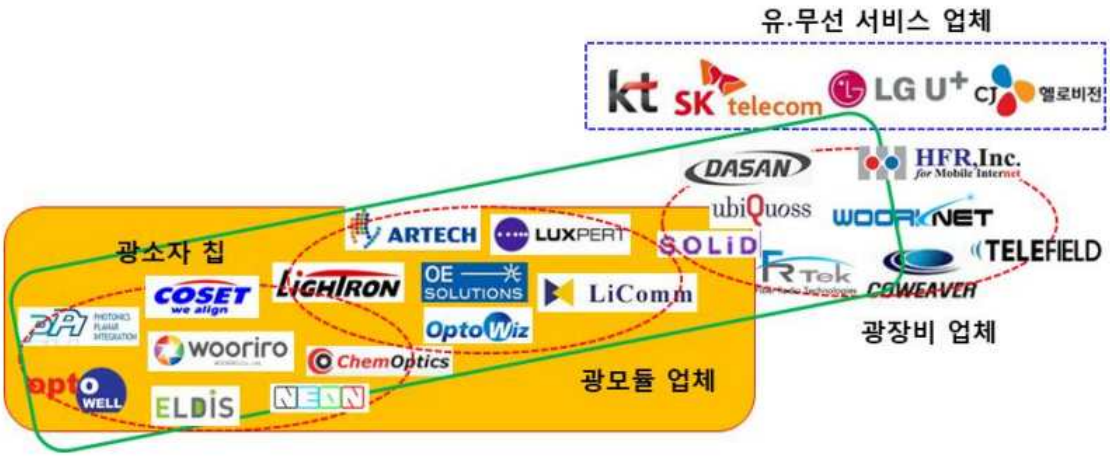
- 5세대(5G) 백홀 액세스 시장 공략을 위해 어븀 도핑 광섬유 광증폭기와 가변형 광필터를 갖춘 100Gbps QSFP-DD DCO와 100G/200Gbps CFP2 DCO 등 새로운 제품 2종을 개발 (‘23.)
- 국내 광트랜시버(송수신용모듈) 1위 기업이며, 최근 미국 반도체 업체 마벨(Marvell)과 손잡고 5세대 이동통신(5G)을 지원하는 초고속 통신용 광모듈을 개발
- 도시지역 통신망 (MANs), Gigabit Ethernet 근거리 통신망 (LANs), Storage Area 네트워크 (SANs), 수동 광통신망 (PONs), HD 비디오 전송을 포함한 유선 및 무선통신 마켓에서 쓰이는 광트랜시버 솔루션 공급
- 10Gbps 광모듈을 주력으로 하며 25Gbps 이상 제품의 비중을 확대
- 최근에는 광 트랜시버에 장착되는 레이저 다이오드 개발을 시작하여 상용화 준비

○ 코셋

- 광섬유 증폭기를 위한 펌핑용 레이저 다이오드 모듈을 주로 생산하는 업체
- 데이터센터용 광 트랜시버에 사용되는 광부품(TOSA, ROSA) 개발 및 상용화를 진행 중이며 최근에는 100G 광 트랜시버 제품도 출시

○ 우리로

- PLC 기반의 광 분배기 생산업체로 광 수신기 업체를 합병하여 광 수신기에서 경쟁력을 확보하고, 특히 최근에는 양자암호통신용 광 수신기에서 세계 최고 수준의 기술력을 확보



* 출처 : 한국전자통신연구원 광무선원천연구본부

[국내 광통신 산업 생태계]

3 국내 연구개발 기관

□ (대표 연구개발 기관) 광통신부품 관련 기관은 한국 광기술원, 한국 전자통신연구원, 한국 생산기술연구원, 한국과학기술원으로 분류

[광통신부품 주요 연구조직 현황]

기관	연구분야
한국광기술원	• 패러데이 로테이터 고투과 코팅 기술 개발 • 복합굴절률을 갖는 렌즈 가공 기술 개발
한국전자통신연구원	• 지능정보 네트워크용 광통신부품 상용화 기술 개발 • 광통신부품개발 기술지원
한국생산기술연구원	• 광통신부품 및 모듈의 정렬 기술
한국과학기술원	• 가입자망 광통신부품용 솔-젤 광도파로소재 개발 • 완전광통신 네트워크를 위한 핵심기술개발 • 6G 이동통신을 위한 액세스와 인도어 광통신 기술

□ (기관 기술개발 동향) 광통신 관련 부품의 국산화를 위한 기술개발과 안정화 관련 기술개발이 활발

○ 한국광기술원

- 패러데이 로테이터 고투과 코팅 기술과 주요 광통신 파장인 1550nm에서의 반사율을 0.2% 이하로 줄여 고투과 특성을 나타내는 기술개발

○ 한국전자통신연구원

- 5G 네트워크용 25Gbps 광통신 핵심 부품 국산화 및 모바일 백홀망과 소형 메트로망에서 1초에 200기가(Gbps)의 데이터를 보낼 수 있는 세계 최소형 크기의 광 트랜시버와 관련 기술 개발

○ 한국생산기술연구원

- Si 및 SiO2 기반 광융합소자/ 부품/ 모듈/ Chip 제작 기술개발
- 유연(flexible)/ 우명 광융합 소자 기술개발

○ 한국과학기술원

- 광주파수 전송 및 펨토초 레이저 안정화 기술개발
- 6G 이동통신을 위한 액세스와 인도어 광통신 기술로, 6G 무선구간 1 Tb/s 급 전송에 대응하기 위한 광액세스 및 인도어 구간에 Tb/s 급 용량 제공에 필요한 유무선 광통신 원천기술 연구 개발 중

□ 국내 광통신부품 관련 선행연구 사례

[국내 선행연구(정부/민간)]

수행기관	연구명(과제명)	연도	주요내용 및 성과
한국과학기술원	가입자망 광통신부품용 솔-젤 광도파로소재 개발	2002~2012	• 기존 광도파로소재의 한계를 극복하는 저렴한 솔-젤 광도파로소재 및 제조공정기술에 의한 초고속정보통신망의 최대 수요 부품인 가입자망 광통신부품 상용화
㈜아이씨에프	다중채널 적외선 광통신 제어기기	2004~2005	• 현장에서 발생할 수 있는 노이즈를 감지하여 가장 이상적인 주파수채널을 자동 결정하는 기술을 개발하고, 이를 바탕으로 보다 신뢰있는 적외선 광통신 기술개발을 이용, 유선방식을 무선화 하여 보다 편리한 제어가 가능한 기술개발
호남대학교	광통신부품 및 응용기기/ LED 응용기기	2008~2008	• LED를 이용한 가시광 통신 주관기관의 연구장비를 활용하여 시작품 제작 및 시험 분석 등을 통하여 연구개발 및 기술개발 촉진관기관의 연구 장비를 활용하여 시작품 제작 및 시험 분석 등을 통하여 연구개발 및 기술개발 촉진
영남대학교	조명 조건에 따른 가시광통신 고속화 연구	2017~2026	• 가시광통신 전 응용 분야에 걸쳐 통신 속도 고속화를 위한 대응 원천 요소기술 개발
한국과학기술원	6G 이동통신을 위한 액세스와 인도어 광통신 기술	2022~2025	• 6G 무선구간 1 Tb/s 급 전송에 대응하기 위한 광액세스 및 인도어 구간에 Tb/s 급 용량 제공에 필요한 유무선 광통신 원천기술 연구 개발
포항공과대학교	파장 정합성 유기 수/발광다이오드 및 수직트랜지스터 통합소자를 활용한 고성능 유연 광통신 시스템 개발	2022~2026	• 유기 수/발광 소자의 정합성 및 집적도 향상을 위한 신규 소재/소자/회로구조를 개발하여 저전력으로 고속 데이터 송수신이 가능한 유연 광통신 시스템을 개발
한국표준과학연구원	유기 반도체 수직화 기술 기반 초고속 무선 광통신 유연 소자 연구	2022~2026	• 유기 반도체 소재의 낮은 구동 성능 및 유연/신축 신뢰성으로 인한 웨어러블 스마트 소자의 상용화 난제를 해결한 게임 체인저 기술로써, 유기 반도체 소재 및 소자의 수직화 기술과 고신뢰성 유연 배선 및 무선 광통신 시스템 기술을 이용한 초고속 저전력 무선 광통신 유연 소자 연구
광운대학교	초고속 빔포밍을 위한 메타표면 더블렛이 집적된 전기광학 위상배열 칩 및 이를 적용한 무선광통신 모듈	2020~2024	• 초고속 전기광학(Electro-optic) 빔포밍(Beam forming)을 가능케 하는 나노 메타표면 더블렛 (Metasurface Doublet) 렌즈가 집적된 위상배열 칩 및 이를 적용한 무선광통신(Steerable Optical Wireless Communications: Steerable OWC) 모듈 개발

고려대학교	6세대 셀룰라 백홀을 위한 무선광통신 시스템 테스트베드 구축 연구	2020~ 2023	• 100미터 거리에서 10Gbps 전송 시연이 가능한 단일 채널과 다중채널 무선광통신 테스트베드를 구축하고 이를 기반으로 다양한 기후에 따른 실측 기반으로 채널 모델링, 신호 왜곡 해결 필터 설계, 무한 채널 용량 도달을 위한 송수신 기법 개발하여 최종적으로 1Tera bps (1초당 1012비트)급 초저지연 6세대 셀룰라 통신의 백홀 및 프론트홀 링크에 적용할 수 있는 핵심 기술 개발
한국전자 통신연구원	Intra-DC 통신을 위한 1.6Tbps 광트랜시버용 광소자 부품 기술 개발	2022~ 2025	• Intra-DC(Intra-DataCenter; 데이터센터 내부 네트워크) 통신을 위한 채널(파장)당 200G PAM4 기반 광소자 및 포트당 1.6Tbps, 2km급 광송수신 모듈(엔진) 개발 - 200Gbps PAM4용 EML 광원 소자(HW(칩)) - 200Gbps PAM4용 광검출기 어레이 소자(HW(칩)) - 저가격·저전력, 고밀도 집적 1.6Tbps 광송수신 모듈(광학엔진)(HW(모듈)) ·· OSFP-MSA 폼팩터 기반 광트랜시버 호환 - 1.6Tbps 광송수신 모듈 구동보드(HW(모듈))
(주)하이 쏠라	5G 광통신 부품 용 Faraday rotator 기판 가공기술 개발	2021~ 2022	• 5G 광통신에 적용할 광 분리기(optical isolator)용 Faraday rotator 기판 가공기술 개발 • Faraday rotator 기판의 전처리 (grinding, lapping, polishing, cleaning) 양산공정 기술개발 • 근적외선 영역에서의 Faraday rotator 기판 무반사 코팅 기술개발
한국전자 기술연구원	6G 대응이 가능한 복수 유닛(twin)을 가지는 2 x 34 파장 선택 스위치 모듈 개발	2021~ 2024	• twin 2x34 구현 위한 광-기계 구조체 개발 - 구조 해석 시뮬레이션 및 데이터 분석 - high port count IO module 개발 - LCoS 엔진 제어 보드 개발 - 설계 검증 위한 엔지니어링 샘플 제작 - 부품/모듈 신뢰성 시험 및 고장 분석 - 신뢰성 기준 설계 - LCoS 위상 어레이 패턴 함수 개발
㈜피피아이	광가변이 가능한 48 채널 배열형 도파로와 PD 집적화 광모니터링 모듈 개발	2020~ 2024	• 광가변이 가능한 48 채널 배열형 도파로 소자 단품과 48채널 PD 광모니터링 모듈 단품 개발

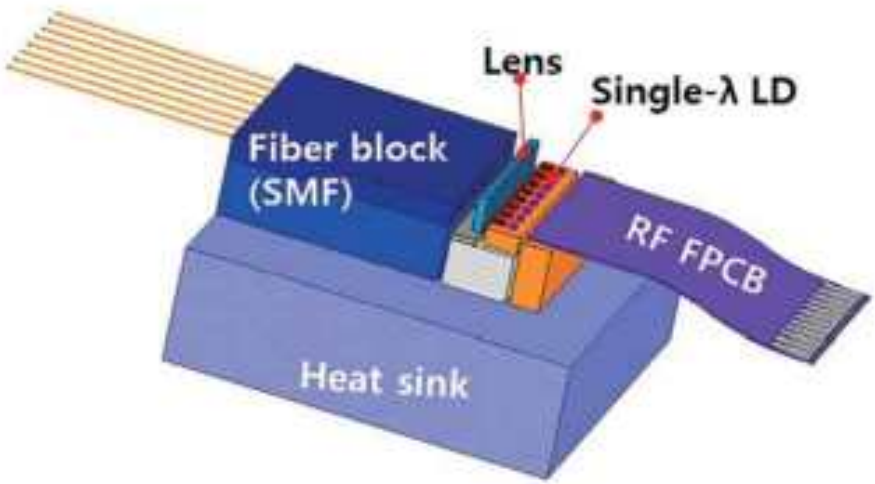
져스텍	초정밀·고속 광센서/모션제어 기술 적용 광무선 통신 단말 개발	2023~ 2024	• 초정밀·고속 모션제어 기반 광무선 통신 단말 광학계 설계 및 패키징 기술 개발 - 초고속 광무선 통신 단말 광정렬 제어를 위한 QPD 구현 기술 개발 - 고속 모션제어를 위한 김벌 개발 및 QPD/김벌 통합 광정렬 알고리즘 및 트래킹 기술개발 - 광무선 통신 네트워크 운영상태 실시간 모니터링 및 통합관리 플랫폼 기술개발 - 광무선 통신 단말 간 양방향 4K 영상 실시간 전송 등 현장 시범 적용
레신저스	데이터센터용 액체 침지 냉각 방식의 400Gb/s 고집적 NPO 광인터커넥션 기술 개발	2023~ 2025	• 액체 냉각(Liquid Immersion) 방식을 사용하는 데이터센터의 칩 간(chip-to-chip), 보드 간(board-to-board) 또는 보드와 장비 간 연결을 위한 高방수·高집적·低전력 광인터커넥션 기술 개발 • DOW (Direct optical wire) 기술 적용한 고방수 400Gb/s NPO(Near packaged optics) 광모듈 개발
(주)포셈	5G 프론트홀 적용위한 25Gbps 구동 InGaAs APD 칩 및 모듈 개발	2019~ 2021	• 25Gbps급 APD 에피 구조 및 공정에 대해 최적화를 실시 - flip-chip bonding에 적합한 bump metal을 제작하여 flip-chip bonding기술 개발을 완료 - Micro-lens는 beam alignment가 최적화 되어 광효율이 최대가 되도록 제작 - 개발된 고감도 APD소자를 이용하여 임피던스 mismatching에 의한 신호손실을 최소화한 To-can 및 Rosa를 제작 - 최종적으로 자체 신뢰성평가를 실시하여 개발 완료
한국전자 통신연구원	데이터센터 내부 네트워크용 800Gbps 광트랜시버 기술 개발	2021~ 2024	• (800Gbps급 광트랜시버 기술 선도) '25년 데이터센터용 광통신 부품 수요 대응을 목표로 800Gbps급 광통신 부품의 선제적 개발 추진 • (소·부·장 경쟁력 강화) 800Gbps급 광통신 부품 선도 개발을 통해 해외 대형 기업의 수직 계열화 (Vertical Integation)에 따른 핵심소자 수급난, 대일 무역역조 및 코로나19 등 대외환경 변화에 대응할 수 있는 국내 광통신 부품산업 생태계의 부품 자립도 강화

* 출처: 자체작성

□ 기관 기술이전 동향

○ 2022 ETRI 기술예고

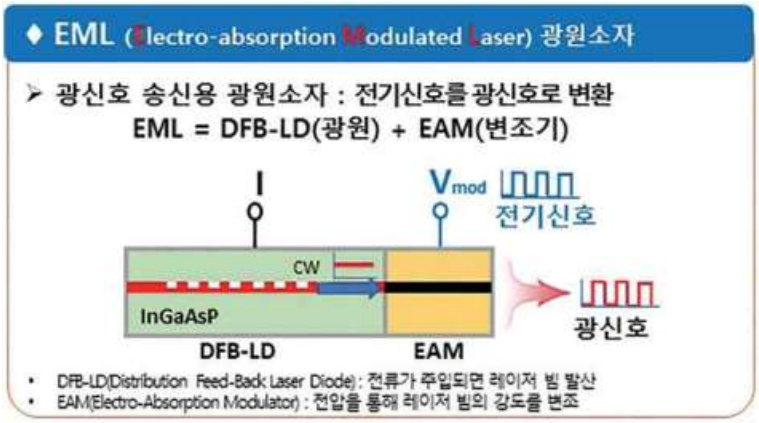
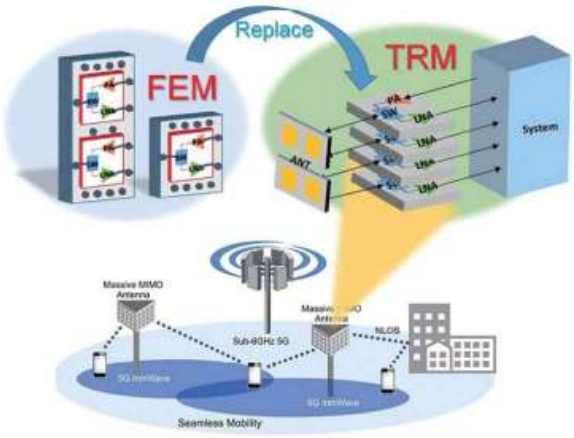
[2022 ETRI 기술예고 광통신부품 관련 기술]

기술명	단일파장 8채널 Non-Hermetic 광송신 서브모듈(TOSA) 기술
기술개념	• 단일모드 광섬유 기반 2km 이하의 데이터센터 내부 네트워크에 적용되는 O-band 대역 단일파장 800Gbps 광송신 서브모듈로 고집적화, 소형화 및 저가격화를 위해 Non-hermetic 패키징 기술 적용 
활용분야	• 데이터센터 네트워크용 광트랜시버
기술이전 범위	• QSFP-DD800 호환 PAM4-106GbpsX8채널 광송신 서브모듈(TOSA) 설계 기술 - 38GHz 이상 저손실 RF 전송선로 설계 기술 - 고효율 방열구조 설계기술 - 고집적 광결합 구조 설계기술 • PAM4-106GbpsX8채널 광송신 서브모듈(TOSA) 패키징 공정 기술 - 고집적 8채널 광원소자 플립칩 본딩 및 다이본딩 공정기술 - 저손실 와이어본딩 공정 기술 - 고정밀 광정렬 공정기술

* 출처: 자체작성

**자료: 2022 ETRI 기술예고_ETRI('22.9.)

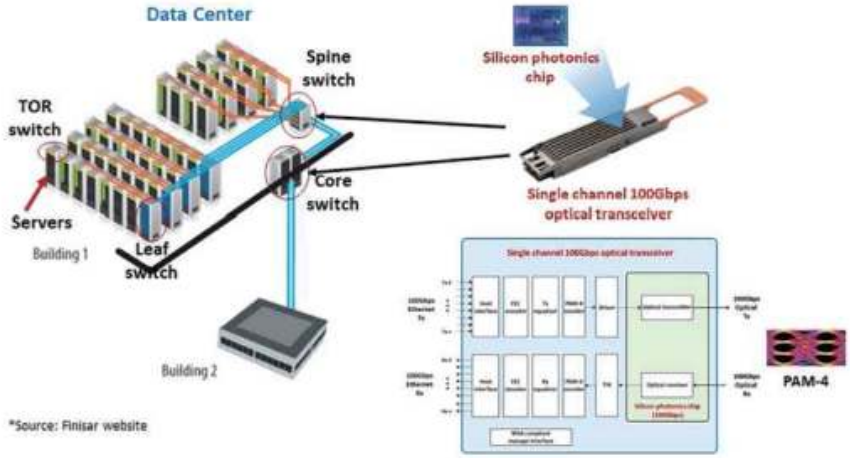
[2022 ETRI 기술예고 광통신부품 관련 기술]

기술명	PAM4-106Gbps EML 광원소자의 EA 변조기 제작 기술
기술개념	• DFB-LD 광원소자에 전계흡수변조기(EAM:Electro-Absorption Modulator)가 집적된 고속 광원소자로 전류 변조방식의 DML과 달리 EAM에 전압신호를 인가하여 고속으로 광신호 생성 
활용분야	• 데이터센터 및 이동통신 네트워크
기술이전 범위	• O-band 대역 112Gbps PAM-4 변조를 위한 전계 흡수 변조 레이저(EML) 칩의 설계, 제작 및 특성 분석의 기술이전 - 112Gbps EML 에피 설계 기술 - 112Gbps EML 구조 설계 기술 - 112Gbps EML 공정 기술 - 112Gbps EML 측정 및 분석 기술 - 특허 통상 실시권 제공 및 기술 문서 제공 - 112Gbps EML 칩 설계 및 제작 관련 교육 • 관련 보유특허 - KR 2020-0106978 (2020.08.25.) 분포 궤환형 레이저 다이오드 - KR 2020-0043077 (2020.04.09.) 전계 흡수형 변조기 소자
기술명	**5G 기지국용 FEM MMIC**
기술개념	• 5G 통신용 배열안테나 기지국의 핵심 부품인 FEM의 소형화를 위해 집적회로로 개발 
활용분야	• 5G 기지국 및 중계기
기술이전 범위	• 5G FEM MMIC 설계도를 포함한 실시권 • 5G FEM MMIC 배치 설계도를 포함한 실시권

* 출처: 자체작성

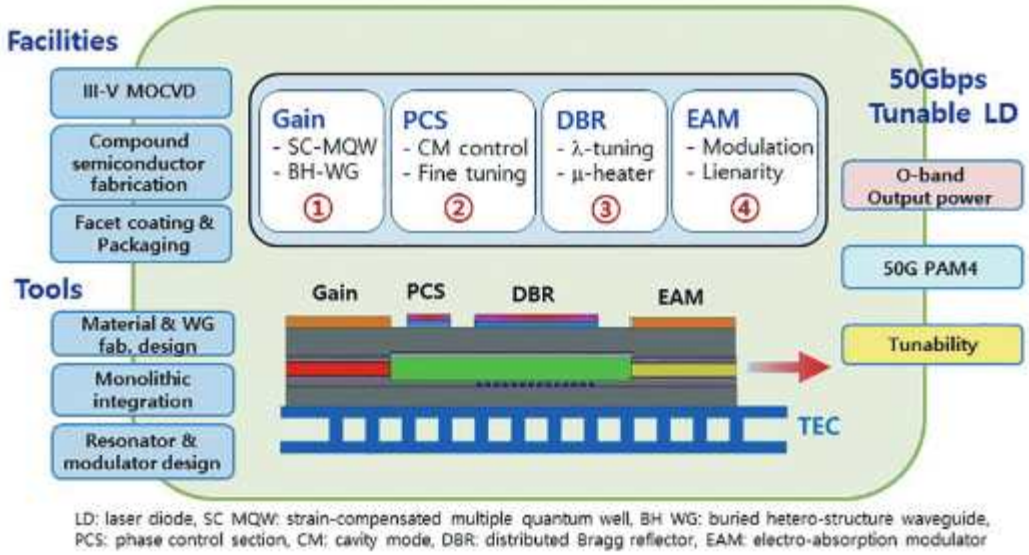
**자료: 2022 ETRI 기술예고_ETRI('22.9.)

[2022 ETRI 기술예고 광통신부품 관련 기술]

기술명	실리콘 기반 단일채널 100Gbps 광트랜시버 기술
기술개념	• 폭증하는 데이터 트래픽을 수용하고 광통신 모듈의 소형화, 저전력화 및 저가화의 기술적 한계를 돌파하기 위한 실리콘 포토닉스 기반 단일채널 100Gbps 광트랜시버 기술 
활용분야	• 데이터센터 등의 서버, 스위치, 라우터 장비, 메트로/백홀망의 패킷-광 통합(PTN/POTN) 장비 및 DWDM/ ROADM 장비, 5G 이동통신의 기지국 및 통신국사 장비
기술이전 범위	• 미정 • 관련 보유특허 - KR 2019-0145114 (2019.11.13.) 격자 커플러 기반 실리콘 포토닉스 칩 광커플링 장치 - KR 2019-0179195 (2019.12.31.) 실리콘 기반 광변조 장치 - KR 2020-0120599 (2020.09.18.) 실리콘 포토닉스 기반 광전집적회로 기술 - KR 2021-0038009 (2021.03.24.) 실리콘 포토닉스 기반 광송신기 - KR 2021-0037772 (2021.03.24.) 실리콘 포토닉스 기반 광검출기 - US 16/023187 (2018.06.29.) Optical signal transmission apparatus for generating multi-level optical signal and method performed by the same
기술명	**O-band 파장대역 112/200Gbps PAM4 기반 전계흡수 변조 레이저(EML) 광원 기술**
기술개념	• 대면적 데이터센터 내부의 데이터 트래픽이 급증함에 따라 데이터 처리 용량을 증가시키기 위한 차세대 광트랜시버의 핵심 부품인 파장당 112/200Gbps PAM4 기반 EML 광원소자 기술 
활용분야	• 데이터센터, 이동통신 네트워크
기술이전 범위	• 채널당 112/200Gbps PAM4 기반 EML 칩 설계 및 제작기술 - 채널당 112/200Gbps PAM4 기반 EAM 및 DFB-LD 에피설계 및 성장기술 - 저전력/고온동작 DFB-LD 에피 설계 및 BH-LD 공정 기술 - 고출력/고수율 단일 모드 동작 DFB Grating 설계 기술 - 고속 PAM4 신호 전송용 EAM 전극 구조 설계 및 공정 기술 - 고효율 광결합을 위한 광모드 변환기(SSC) 설계 및 집적 기술 - Monitor PD 단일 집적 EML 광원 소자 구조 설계 및 공정 기술

* 출처: 자체작성
**자료: 2022 ETRI 기술예고_ETRI('22.9.)

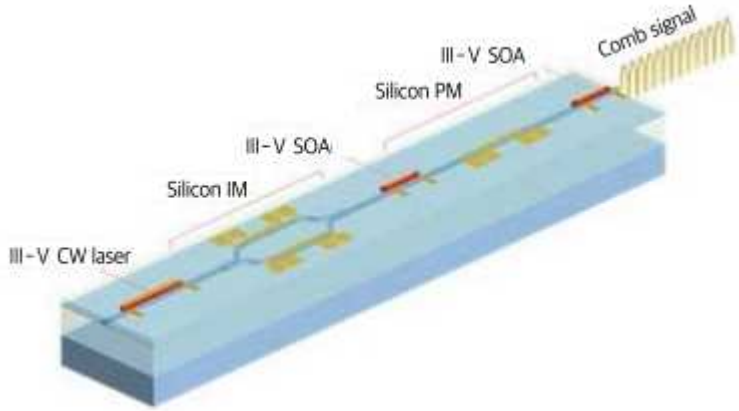
[2022 ETRI 기술예고 광통신부품 관련 기술]

기술명	50Gbps O-band 파장 가변 레이저 다이오드 기술
기술개념	• 변조 대역폭 및 선형성을 향상시켜 50Gbps PAM 4 광신호 생성, DBR-LD의 발진파장을 가변시킬 수 있는 마이크로 히터 기술을 50Gbps 변조 광원에 적용, 파장가변 광 트랜시버에 적용하는 기술  LD: laser diode, SC MQW: strain-compensated multiple quantum well, BH WG: buried hetero-structure waveguide, PCS: phase control section, CM: cavity mode, DBR: distributed Bragg reflector, EAM: electro-absorption modulator
활용분야	• 이동통신용 10/25/50Gbps 파장가변 광원
기술이전 범위	• 미정 • 관련 보유특허 - KR 2078573 (2020.02.12.) 분포 브라그 반사형 파장가변 레이저 다이오드 - KR 2017-0006421 (2017.01.13.) 광학 장치, 분포 브라그 반사형 레이저 다이오드 - US 10148067 (2018.12.04.) 고속 변조용 분포 반사형 파장가변 광원 - US 10476232 (2019.11.12.) 분포 반사형 파장가변 광원 - KR 2018-0117236 (2018.10.01.) 파장가변 광원 집적 링변조기 - KR 2019-0086334 (2019.07.17.) 광학 장치 및 그의 구동방법 - US 16/585035 (2019.09.27.) 분포 반사형 파장가변 광원 - US 16/584363 (2019.09.26.) 파장가변 광원 집적 링변조기

* 출처: 자체작성

**자료: 2022 ETRI 기술예고_ETRI('22.9.)

[2023 ETRI 기술예고 광통신부품 관련 기술]

기술명	변조방식 기반 코히어런트 광주파수 빗 기술
기술개념	• 우수한 안정도와 광대역 파장 성분 생성이 가능한 광 주파수 빗 기술 - 단일 파장의 연속파 레이저를 광전(티ectro-optic) 변조하여 다수의 광 주파수 빗으로 확장하는 기술 - 50GHz 이상까지 유연한 반복률 튜닝 성능, 뛰어난 위상 잡음(phase noise) 및 안정도 등 특성이 우수한 광전변조 광 주파수 빗을 집적화한 시제품으로 개발하여 활용성을 높임 • 반복률과 대역폭에 대해서 광범위한 프로그래밍과 튜닝이 가능하고, 클럭 주파수를 통한 프로그래밍으로 속도가 빠르며 프로그래밍 후에 노이즈 특성 및 안정성이 뛰어남 • Self phase modulation을 통한 변조방식으로 동일한 phase noise 특성을 지님 - 매우 좁은 선폭을 갖는 씨앗 광원의 복제를 통해 광 주파수 빗의 모든 라인이 씨앗 광원과 동일한 선폭 및 코히어런스를 가짐 • 시스템 성능이 최적화된 광 주파수 빗 발생기의 집적화(all-in-one 광 주파수 빗 IC 제작)로 크기와 비용 면에서 산업적 비교우위를 가짐 
활용분야	• 광 주파수 빗 발생기의 집적화·소형화로 높은 안정성고 ㅏ정밀도의 고아주파수 활용이 요구되는 고정밀 이미징, 탐지·센싱 및 차세대 통신 분야에서 미래 유망기술로 폭 넓은 활용이 예상 • 차세대 통신 부품 시장 - 다중 광채널, 튜너블 레이저 • 환경/바이오 센서 시장 - 센서 소스원, 물질 탐지원
사업화 주체	• PCB 제조 업체, 전자재료 소재 업체, 전극 소재 업체, 전자파 차폐 업체
기술이전 범위	• 관련 보유 특히 - ‘다중 광채널 신호 발생 장치 및 방법’ 외 1건 특허
기술활용 가능시기	• 2027년 12월

**자료: 2023 ETRI 기술예고_ETRI(‘23.)

3. 특허 분석

가. 특허동향 분석

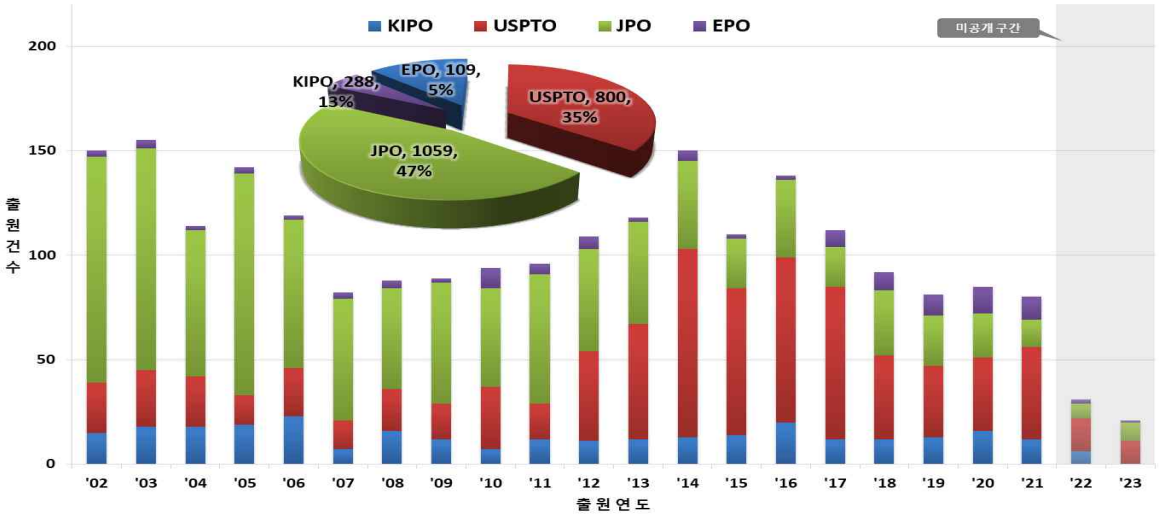
(1) 특허증가율 분석

□ 연도별·국가별 출원동향

○ 주요 국가의 해당품목 기술개발 활동현황 분석

- 과거부터 최근까지(20년) 해당품목에 대한 특허기술 출원의 양적 트렌드 분석을 통해 해당품목의 기술개발 동향파악

- 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별, 연도별 특허출원 동향을 통해 해당품목을 선도하는 국가 파악



[연도별·국가별 특허출원동향]

- 광통신부품 품목은 2002년부터 최근까지 출원 건수의 증감을 보이나, 전체적으로는 유사한 수준의 출원이 지속되는 경향을 보이고 있으며, 일본, 미국, 한국, 유럽 순으로 활발한 출원 활동이 진행되고 있음

- 국가별 출원비중을 살펴보면, 일본이 47%의 출원비중을 차지하고 있어 최대 출원국으로 광통신부품 산업분야를 리드하고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로 미국 35%, 한국 13%, 유럽 5% 순으로 나타남

- 연도별 출원동향을 살펴보면, 2000년대 초기에는 광섬유에 대한 연구가 활발히 진행되었으며 2010년 이후에는 고속통신과 네트워크에 중점을 두며 광섬유 소자, 레이저다이오드, 광통신용 반도체 솔루션 등의 기술이 발전함. 또한 2020년 이후에는 5G 네트워크 및 대용량 데이터 전송을 위한 광통신 부품 개발에 관한 출원이 꾸준히 진행되고 있는 것으로 조사됨

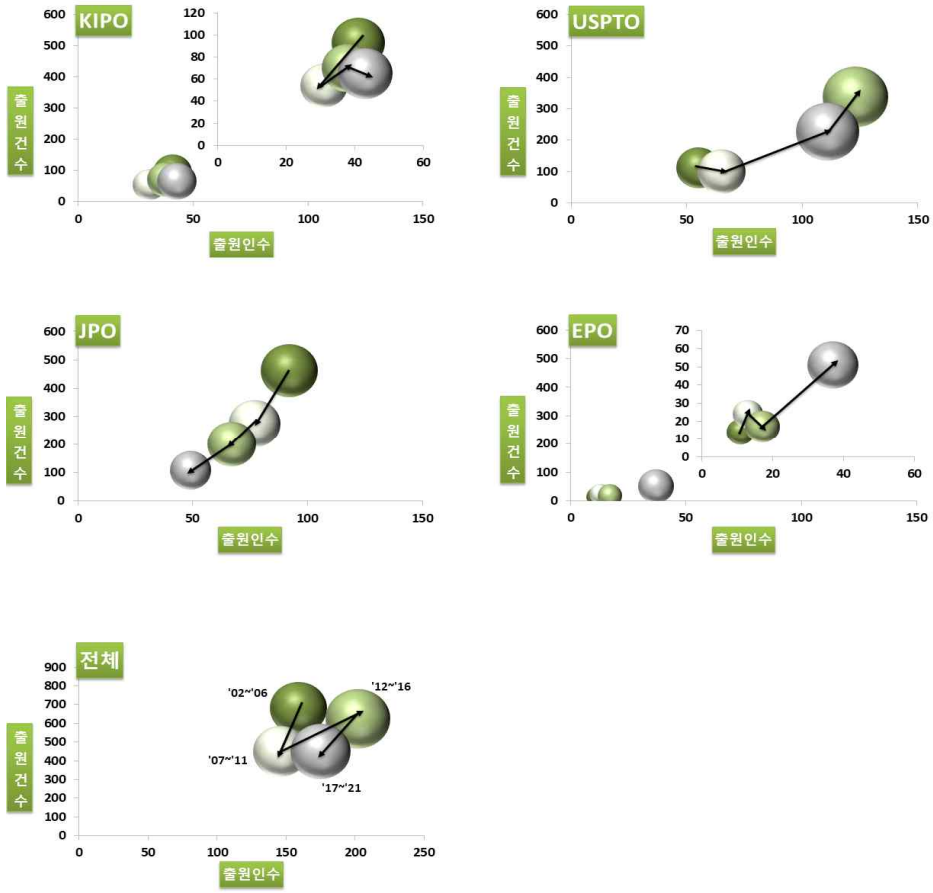
(2) 기술주기 분석

□ 기술수명주기 분석

○ 기술수명주기 분석을 통해 해당품목 기술의 현재 위치를 파악함

- 해당품목의 전체 출원동향을 4구간(각 5년)으로 나누어 각각의 구간별 특허출원인수 및 특허출원수를 그래프로 나타냄으로써 해당기술의 수명주기 파악이 가능함

* 기술수명주기 분석 = 구간에 따른 특허출원건수와 출원인수 변화의 상관관계 분석



[기술수명주기분석]

- 광통신부품 기술 분야의 기술 위치를 살펴본 결과, 전체적인 동향은 기술혁신의 주체인 특허출원인수와 기술혁신의 결과인 특허출원건수가 정체 또는 소폭 감소하는 동향을 나타내므로 성숙기 단계로 분석됨

- 한국과 일본은 특허출원인수와 특허출원건수가 정체 또는 소폭 감소하는 추세를 보이므로 성숙기 단계로 분석됨. 다만 미국과 유럽은 특허출원인수와 특허출원건수가 최근 4구간에서 증가하는 추세를 보이므로 성장기 단계로 분석됨

□ TCT(기술순환주기) 분석

○ TCT 분석을 통하여 해당품목 기술의 진보속도 및 주요국가의 기술혁신 속도를 파악함

- TCT는 최신 기술을 활용하는 경향을 나타내는 지표로서, 제품의 개발주기와 기술개발활동의 강도와 연관되며, TCT 값이 크면 신기술 개발주기가 길어져서 시장에서 새로운 기술 도입에 긴 시간이 걸리며, TCT 값이 작으면 신기술 개발주기가 짧아져서 해당품목관련 신기술 도입에 오랜 시간이 걸리지 않아서 새로운 기술이 적용된 신제품이 자주 등장한다는 것을 의미함

* TCT(Technology Cycle Time) = 한 특허에서 인용한 과거 특허 문서들과의 시차의 중앙값



[TCT분석]

- 전체 기술순환주기(TCT) 값을 살펴보면, 2002~2006년 평균 TCT 값이 8.1년에서 점점 높아져 최근 2017년 이후 평균 TCT 값은 8.9년으로 나타남. 이는 해당품목의 기술이 성숙기에 접어들면서 기술개발 속도가 소폭 느려지고 있음을 의미함

- 최근 값을 살펴보면, 미국의 기술순환주기 값이 8.2로 주요국가 중 가장 낮게 나타나며, 한국과 유럽이 유사한 값을 보여 해당품목에 관한 기술개발속도가 보통 수준인 것으로 분석됨. 다만 일본은 10.9로 다른 주요국가 대비 기술개발속도가 상대적으로 느린 것으로 나타남

(3) 특허영향력 분석

□ 기술영향력

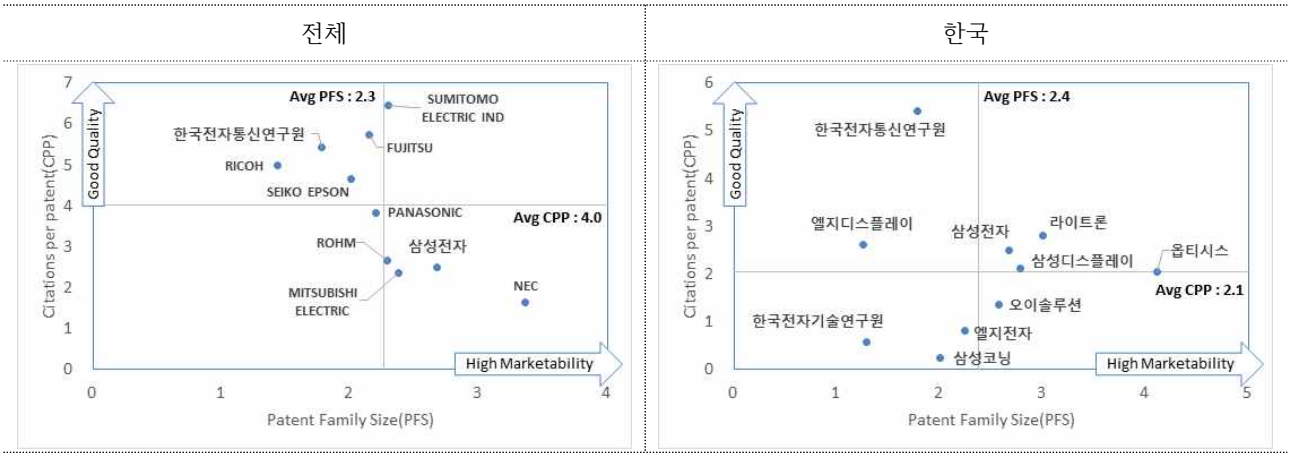
○ 기술영향력 지수(CPP) 분석을 통해 특정 출원인의 기술력을 파악함

- 기술영향력(CPP) 지수는 특정 등록특허가 다른 특허들에 의해 인용된 횟수를 나타내며, 이 값이 클수록 질적 수준이 높은 특허임

□ 시장지배력

○ 시장확보지수(PFS) 분석을 통해 특정 출원인의 시장지배력 정도를 파악함

- 시장확보지수(PFS)는 출원인 국적별 패밀리국가수를 분석하는 것으로, 해당품목에서 글로벌시장을 타겟팅한 출원인이 누구인지 파악 가능함



[특허 영향력 분석]

- 광통신부품 품목에 대한 주요 출원인들의 경쟁력 분석 결과, 전체국가에서는 SUMITOMO ELECTRIC IND 특허가 상업적 가치가 높은 것으로 평가됨

- 전체국가에서 한국의 기업으로는 삼성전자, 한국전자통신연구원이 포함되어 있으나, 다른 주요 출원인 대비 시장확보력 또는 질적수준이 다소 낮은 것으로 평가됨

(전체) SUMITOMO ELECTRIC IND : 기술영향력(CPP) 6.5 / 시장확보력(PFS) 2.3

- 한국에서는 삼성전자, 라이트론, 삼성디스플레이의 기술영향력 및 시장확보력이 상대적으로 모두 높은 것으로 분석됨

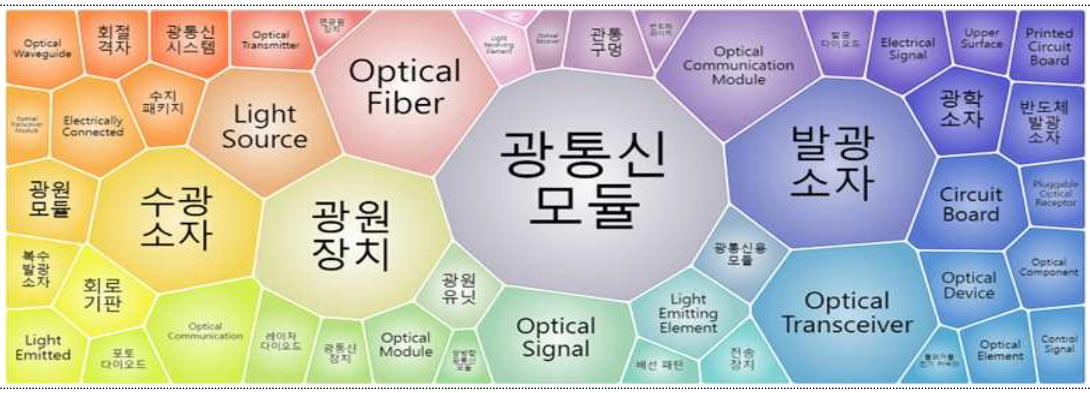
(한국) 삼성전자 : 기술영향력(CPP) 2.5 / 시장확보력(PFS) 2.7
라이트론 : 기술영향력(CPP) 2.8 / 시장확보력(PFS) 3.0
삼성디스플레이 : 기술영향력(CPP) 2.1 / 시장확보력(PFS) 2.8

나. 주요 기술 키워드 분석

(1) 기술개발동향 변화분석

□ 키워드 분석

○ AI 알고리즘을 활용하여 해당품목에 대한 기간별 기술 키워드를 분석함



[전체구간 특허 주요 키워드]

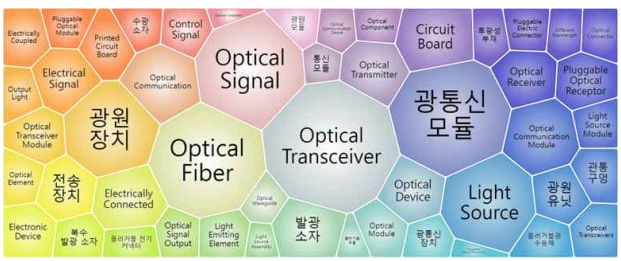
- 광통신부품 품목 분석 결과, 광통신 모듈 기술 관련 키워드가 주로 도출되었으며, 광통신부품을 위한 ‘발광 소자’ 및 ‘광원 장치’ 키워드가 도출된 것으로 조사됨

(전체구간 주요 키워드) 광통신 모듈, 발광 소자, 광원 장치, 수광 소자, Optical Fiber, Optical Transceiver, 광원 모듈

제 1구간(2002~2011)



제 2구간(2012~2023)



[구간별 특허 주요 키워드

- 광통신부품 품목에 대한 최근 구간 특허 주요 기술 키워드 분석결과, 1구간에는 ‘광통신 모듈’이 기술 키워드로 도출되었고, 2구간에서는 ‘Optical Transceiver’가 주요 기술 키워드로 도출됨

(1구간 주요 키워드) 광통신 모듈, 발광 소자, 수광 소자, 광원 장치, Optical Fiber, Optical Communication Module, Light Source

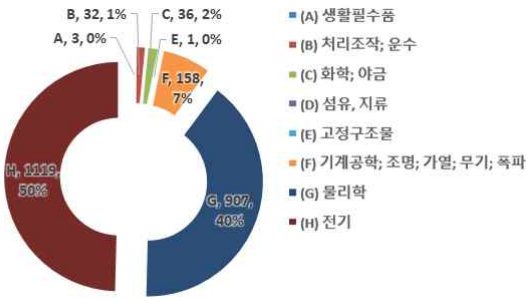
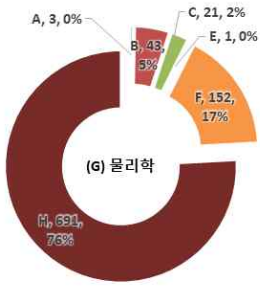
(2구간 주요 키워드) Optical Transceiver, Optical Fiber, 광통신 모듈, Optical Signal, Light Source, Circuit Board, 발광 소자

(2) 기술현황 분석

□ IPC(국제특허분류) 분석

○ 전 세계적으로 통용되고 있는 IPC를 통해 해당품목의 기술현황 및 집중 기술분야를 확인함

- 기술·산업 간 융합에 기반한 새로운 시장전개에 대한 이해증진을 위해 IPC를 활용한 기술융합 분석 정보를 제공함

분야별 IPC 분석	기술융합 분석
	

[IPC 분석]

- 광통신부품 품목은 섹션 H 전기(50%), 섹션 G 물리학 기술분야의 비중(40%)이 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 광학요소, 시스템 또는 장치(G02B), 전송(H04B) 분야에서 집중 연구가 진행되고 있는 것으로 분석됨

- 기술융합에 대한 추이를 살펴보면, (G)물리학에서 (H)전기의 기술융합(76%)이 활발히 진행되고 있는 것으로 나타남

[IPC Sub Class]

IPC Sub Class	국문타이틀	건수
G02B	광학 요소, 시스템 또는 장치 [2000.01]	732
H04B	전송 [1985.01]	336
H01L	클래스 H10에 포함되지 않는 반도체 장치 (측정을 위해 반도체 장치 사용 G01; 저항 일반 H01C; 자석, 인덕터, 변압기 H01F; 커패시터 일반 H01G; 전해장치 H01G 9/00; 배터리 또는 축전지 H01M; 도파관, 공진기 또는 공진기 라인 도파관 유형 H01P; 라인 커넥터 또는 집진 장치 H01R; 유도방출 소자 H01S; 전기기계적 공진기 H03H; 확성기, 마이크로폰, 축음기의 픽업 또는 음향의 전기기계적 변환기 H04R; 전기적	328
H01S	광을 증폭 또는 생성하기 위해 복사의 유도 방출[레이저]에 의한 광 증폭 프로세스를 이용한 장치; 광학 이외의 파동 범위에서 전자기 방사의 유도 방출을 이용한 장치	219
F21S	비휴대용 조명장치; 그 시스템; 자동차 외형에 특별히 적합한 자동차 등기구 [2000.01]	88

(3) 기술집중력 분석

□ CRn 분석

○ 주요 출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단함

- 특허동향조사에서는 통상 CR4를 사용하며, CRn값이 0에 가까울수록 시장 독과점 수준이 낮은 것을 의미하고, CR4 값이 40에서 60일 경우 시장의 독과점 수준이 높은 것으로 해석됨

[CR4 분석_ 전체기업 집중력]

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
SUMITOMO ELECTRIC IND(JP)	142	6.3%		1
SEIKO EPSON(JP)	138	6.1%		2
NEC(JP)	92	4.1%		3
삼성전자(KR)	55	2.4%	18.9%	4
PANASONIC(JP)	55	2.4%		5
RICOH(JP)	53	2.3%		6
ROHM(JP)	53	2.3%		7
MITSUBISHI ELECTRIC(JP)	51	2.3%		8
한국전자통신연구원(KR)	40	1.8%		9
FUJITSU(JP)	36	1.6%		10
기타	1541	68.3%		
합계	2256	100.0%	CR4=18.9%	

[CR4 분석_국내시장 연구주체별 집중력]

출원인	출원건수	특허점유율	CRn	n
중소기업(개인)	82	28.5%	28.5%	1
대기업	83	28.8%		2
연구기관/대학	46	16.0%		3
기타(외국인)	77	26.7%		4
합계	288	100.0%		

- 광통신부품 관련 기술에 대한 시장관점의 기술독점 현황분석을 위해 집중률 지수(CRn) 분석 결과, 상위 4개 기업의 시장점유율이 18.9%로 독과점 정도가 낮은 수준으로 분석되어 주요 출원인들에 의한 기술 집중화 정도가 낮은 시장으로 판단됨

- 국내시장에서의 중소기업의 점유율 분석 결과, 광통신부품 품목에서 중소기업의 점유율은 28.5%로 대기업(28.8%) 대비 낮게 나타나 국내시장에서 중소기업의 시장 진입장벽은 다소 존재할 것으로 분석됨

□ HHI 분석

○ 주요 출원인에 의한 특허점유율을 분석하여 기술집중력(시장 독과점 수준)을 판단함

- 특허데이터를 활용하여 전체 또는 특정 산업부문 내 모든 기업의 특허점유율을 이용해 시장집중도를 분석함

- HHI값이 높을수록 기술활동의 집중수준이 높고 특정 기업들이 해당 시장을 과점하고 있기 때문에 신규 업체가 해당시장을 진입하기가 쉽지 않은 것으로 해석됨

* HHI(Herfindahl-Hirschman Index) = 시장(산업)내 모든 기업의 각 점유율을 제곱하여 합한 값

[HHI 분석]

공보	KIPO	USPTO	JPO	EPO	전체
HHI	289	181	312	252	159

- 광통신부품 관련 기술에 대한 HHI(허핀달-허쉬만)지수 분석결과, 전체 72로 경쟁적인 시장이 형성되어 있으므로 시장진입이 용이한 것으로 분석됨

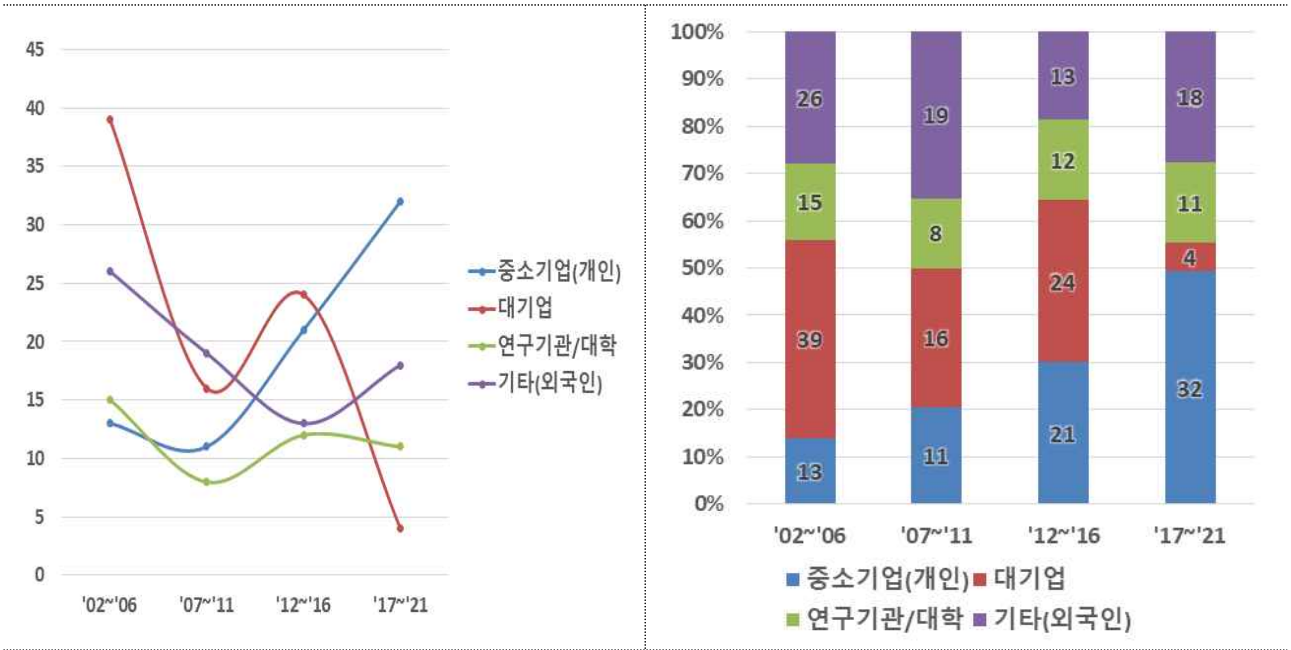
- 한국의 경우 HHI 지수가 289로 미국, 유럽 대비 상대적으로 높은 값을 보이지만, 전체적인 기술활동의 집중수준이 높지 않은 상태이므로 시장진입이 어렵지 않은 것으로 분석됨

□ 기간별 연구주체 분석

○ 국내 연구주체에 따른 기간별 특허동향을 분석하여 해당품목의 기술개발 선도주체를 파악함

* 국내 대기업과 중소기업의 판단기준은 2022년 4월 공정거래위원회의 대기업 집단 지정결과(대기업집단 76개)에 따름

- 기간별 연구주체 분석을 통하여 해당품목의 중소기업 현재 역량을 파악할 수 있으며, 향후 중소기업의 기술개발 및 투자전략 타당성 확보를 위한 가이드라인을 제시함



[기간별 연구주체 동향]

- 기간별 연구주체 분석에 따르면, 광통신부품 품목은 2002년에서 2016년까지는 대기업이 중심이 되어 기술개발이 진행되었으나, 2017년 이후 최근까지는 중소기업(개인)이 주체가 되어 기술개발이 활발히 진행되고 있는 것으로 나타남. 이는 해당품목에 대한 중소기업 중심의 기술개발 및 투자전략이 타당함을 보여줌

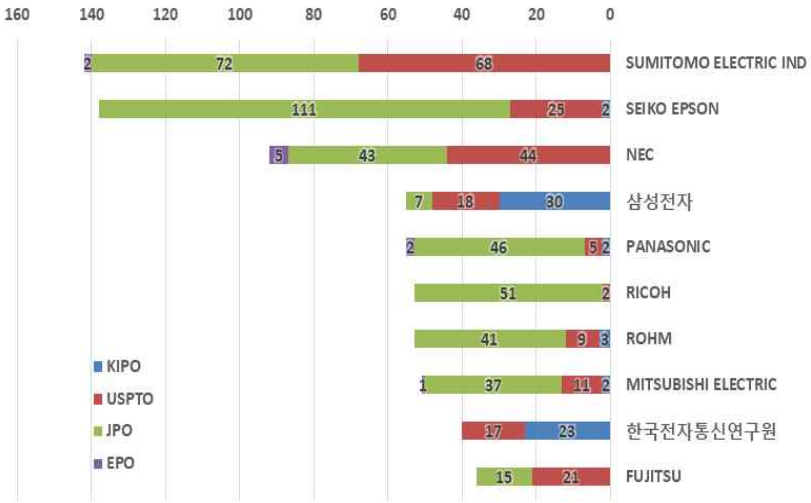
다. 주요 출원인 분석

(1) 주요 출원인 동향 분석

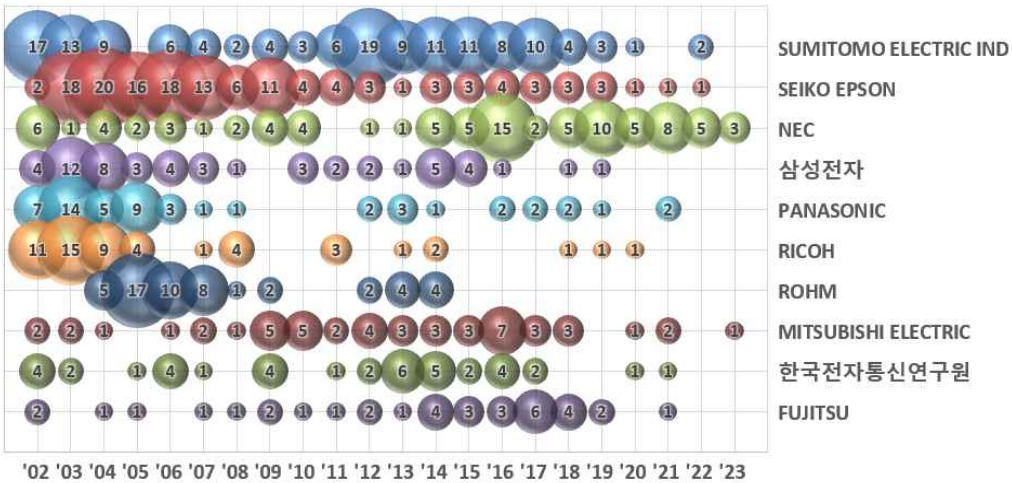
□ 주요 출원인 분석

○ 해당품목에서 다수의 출원을 보유하고 있는 주요 출원인(Top 10)의 분석을 통해 전략적인 지적재산관리와 기업의 경쟁력을 강화함

- 주요 출원인을 기준으로, 해당품목에 대해 기술개발을 주도하고 있는 기관 및 기업을 파악하고, 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 국가별 출원현황 분석을 통해 주요 출원인들이 고려하고 있는 주요 시장이 어디인지 예측하여 거시적 관점의 향후 트렌드를 전망함



[주요 출원인 국가별 출원 건수]

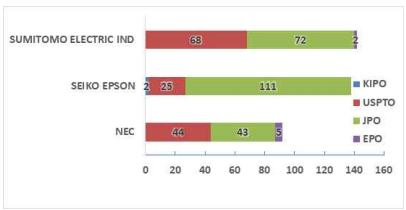
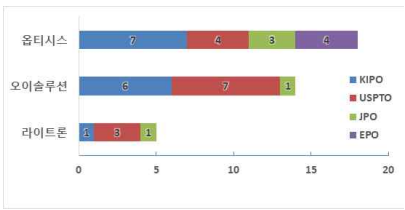


[연도별 출원인 건수]

- 광통신부품 품목의 주요 출원인을 살펴보면, 다수의 일본 국적의 출원인을 중심으로 소수의 한국 출원인으로 구성되었으며, 제1 출원인은 일본의 글로벌 기업인 SUMITOMO ELECTRIC IND인 것으로 조사됨

- 광통신부품 품목 관련 해외 주요 출원인으로는 SUMITOMO ELECTRIC IND, SEIKO EPSON 및 NEC 등이 도출되었으며, 국내 주요 출원인으로는 삼성전자, 한국전자통신연구원 및 옵티시스가 주요 출원인으로 나타남

- 국내 주요 출원인은 국가연구기관보다 기업이 출원을 주도하고 있어 민간 주도의 연구개발이 활발히 진행되고 있는 것으로 분석됨

해외 주요 출원인 (TOP 3)	국내 주요 출원인 (TOP 3)	국내 중소기업 출원인 (TOP 3)
		

[국내외 주요 출원인 / 국내 중소기업 주요 출원인]

* 국내 대기업과 중소기업의 판단기준은 2022년 4월 공정거래위원회의 대기업 집단 지정결과(대기업집단 76개)에 따름

- 국내 중소기업 주요 출원인은 옵티시스, 오이솔루션, 라이트론 등이 도출되었으며, 대기업에 비해 특허수 및 해외출원건수가 상대적으로 낮게 나타남. 다만 관련 해외특허를 보유하고 있어 기업의 글로벌 경쟁력 확보에 집중하고 있는 것으로 분석됨

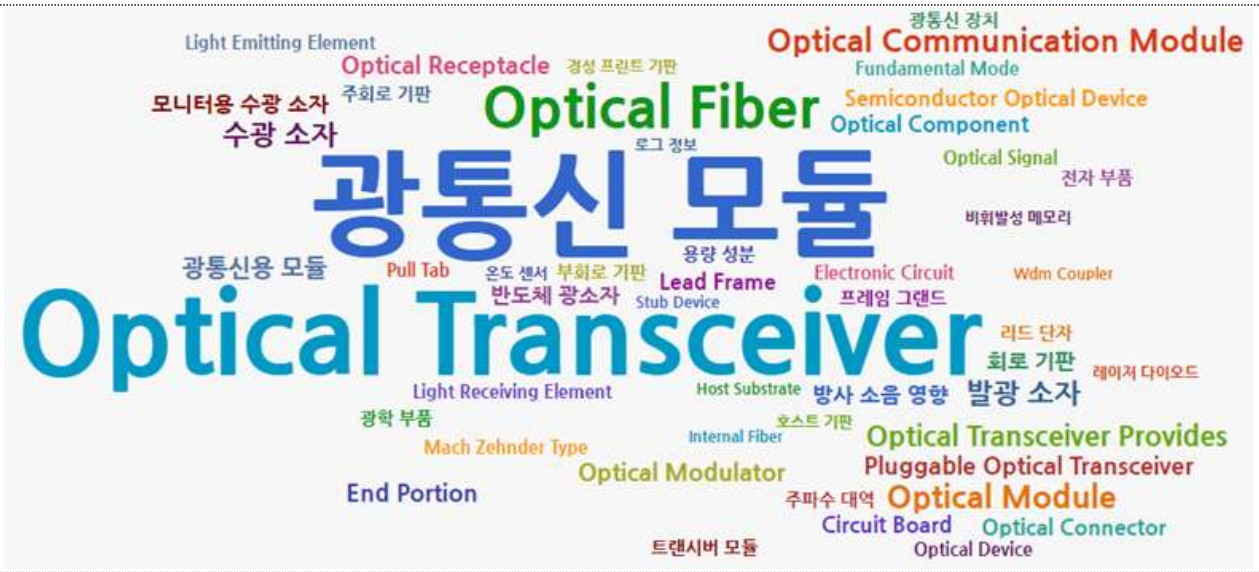
(2) 주요 출원인 기술 키워드 및 주요 특허 분석

□ 키워드 및 주요 특허 분석

○ AI 알고리즘을 활용하여 주요 출원인별 주요 기술 키워드를 통하여 집중연구분야를 파악함

○ 주요 출원인이 출원한 주요 특허를 검토하여 키워드를 통하여 주력기술 분야를 예측함

◎ SUMITOMO ELECTRIC IND



[주요 출원인 기술 키워드]

[주요 특허 분석]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 9645334 (2016.02.23)	Optical transceiver having heat-dissipating path from assembly substrate directly to upper housing	방열기능을 향상시킨 플러그형 광 트랜시버에 관한 기술	59	3
US 9213150 (2014.12.22)	Optical coupling apparatus and optical transceiver installing the same	2개의 광 커넥터들을 포함하는 광 커플링 시스템에 관한 기술	48	3
US 9250402 (2014.02.04)	Pluggable optical transceiver having pull-pull-tab	트랜시버 몸체와 조립된 풀-탭을 포함하는 플러그 가능한 광 트랜시버에 관한 기술	46	3

- Optical Transceiver, 광통신 모듈, Optical Fiber, Optical Communication Module, 수광 소자 등의 키워드가 도출됨

- SUMITOMO ELECTRIC IND는 광통신부품 품목과 관련하여 Top 1 출원인으로, 일본과 미국을 중심으로 국제출원을 진행하였으며, 특히 광섬유 케이블을 이용한 광트랜시버 기술력이 높은 것으로 조사됨

◎ SEIKO EPSON



[주요 출원인 기술 키워드]

[주요 특허 분석]

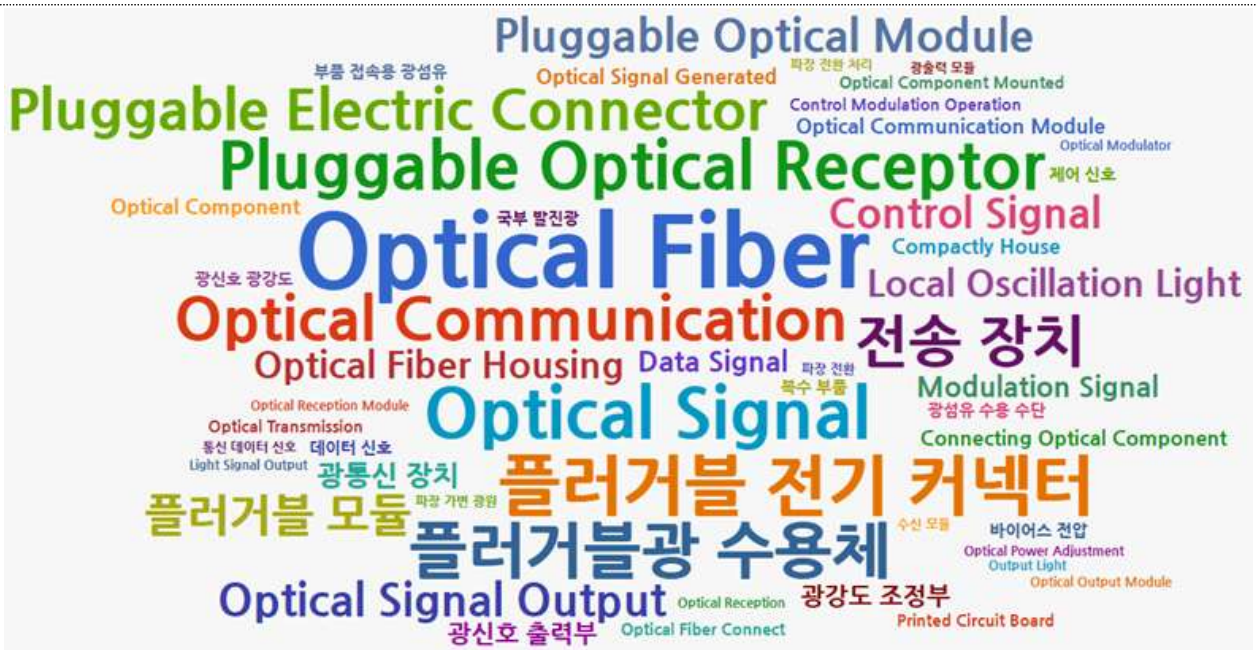
등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
US 7390129 (2005.02.08)	Light source, method for manufacturing light source, and projector	크기가 작고 설계의 자유도가 높은 고효율 광원의 제조 방법에 관한 기술로 프로젝터에 적용 가능	77	5
US 7198411 (2004.03.09)	Manufacturing method of optical communication module, optical communication module, and electronic apparatus	광학 디바이스 및 광섬유를 정밀하게 장착하기 위한 방법에 관한 기술	41	2
JP 2012-185403 (2011.03.07)	발광소자와 그 제조 방법, 광원 장치, 및 프로젝터	형광체층으로부터 방열성을 높임으로써, 광이용 효율을 높일 수 있는 발광소자를 포함한 광원 장치에 관한 기술	33	1

- 광원 장치, 광통신 모듈, 타원 리플렉터, 발광 소자 등의 키워드가 도출됨

- SEIKO EPSON은 광통신부품 품목과 관련하여 Top 2 출원인으로, 일본을 중

심으로 미국, 한국에 대한 국제출원을 진행하였으며, 광원 장치를 위한 발광 소자에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨

◎ NEC



[주요 출원인 기술 키워드]

[주요 특허 분석]

등록/공개번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	IP 경쟁력	
			피인용 문헌수	패밀리 국가수
KR 10-1804175 (2012.12.17)	Spot size converter, optical transmitter, optical receiver, optical transceiver, and method of manufacturing spot size converter	스팟 사이즈 컨버터 제조 방법에 관한 기술	38	1
KR 10-2193439 (2002.01.23)	Wavelength multiplex optical communication module	복수의 파장을 갖는 신호 광의 송신 또는 수신이 가능한 파장 다중 광 통신 모듈에 관한 기술	13	1
KR 10-1123936 (2014.11.06)	Power efficient subcarrier aggregator and subcarrier combiner for multi-direction variable optical transceiver	가변 송신기 스플리터 및 가변 송신기 커플러를 포함하는 다방향 가변 송수신기에 관한 기술	13	1

- Optical Fiber, Optical Communication, Optical Signal, 플러거블 전기 커넥터, 플러거블광 수용체, Pluggable Optical Receptor 등의 키워드가 도출됨

- NEC는 광통신부품 품목과 관련하여 Top 3 출원인으로, 일본, 미국을 중심으로 국제출원을 진행하였으며, 광섬유 통신에서 사용되는 송신기 및 수신기 장치에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨

라. 분석 종합

(1) 분석결과 요약

□ 분석 내용 요약

[특허 분석 결과]

구분		분석 내용
특허동향 분석	특허증가율 분석	주요 국가별로 살펴보면 일본이 가장 활발한 출원활동을 보이는 것으로 조사되었으며, 다음으로 미국, 한국, 유럽 순으로 분석됨
	기술주기 분석	광통신부품 기술 분야의 기술 위치를 살펴본 결과, 전체적인 동향은 기술혁신의 주체인 특허출원인수와 기술혁신의 결과인 특허출원건수가 정체 또는 소폭 감소하는 동향을 나타내므로 성숙기 단계로 분석됨
	특허영향력 분석	광통신부품 품목에 대한 주요 출원인들의 경쟁력 분석 결과, 전체 국가에서는 SUMITOMO ELECTRIC IND 특허가 상업적 가치가 높은 것으로 평가됨 한국에서는 삼성전자, 라이트론, 삼성디스플레이의 기술영향력 및 시장확보력이 상대적으로 모두 높은 것으로 분석됨
기술동향 분석	기술개발동향 변화분석	광통신부품 품목에 대한 지난 20년간의 특허 주요 기술 키워드 분석 결과, 광통신 모듈 기술 관련 키워드가 주로 도출되었으며, 광통신부품을 위한 '발광 소자' 및 '광원 장치' 키워드가 도출된 것으로 조사됨
	기술현황 분석	광통신부품 품목은 섹션 H 전기(50%), 섹션 G 물리학 기술분야의 비중(40%)이 높은 것으로 나타났으며, 그중에서도 광학요소, 시스템 또는 장치(G02B), 전송(H04B) 분야에서 집중 연구가 진행되고 있는 것으로 분석됨
	기술집중력 분석	광통신부품 품목은 CR4 분석에서 중소기업의 점유율은 28.5%로 대기업(28.8.0%) 대비 낮게 나타나 국내시장에서 중소기업의 시장 진입장벽은 다소 존재할 것으로 보이나, HHI 지수에 따르면 전체 기술 집중화 정도가 낮은 상태이므로 시장진입은 어렵지 않은 것으로 분석됨
주요 출원인 분석	출원인 동향 분석	광통신부품 품목의 주요 출원인을 살펴보면, 다수의 일본 국적의 출원인을 중심으로 소수의 한국 출원인으로 구성되었으며, 제1 출원인은 일본의 글로벌 기업인 SUMITOMO ELECTRIC IND인 것으로 조사됨
	주요 출원인 기술 키워드 및 주요 특허 분석	SUMITOMO ELECTRIC IND는 Optical Transceiver, 광통신 모듈 등의 키워드가 도출되었으며, 광섬유 케이블을 이용한 광트랜시버 기술력이 높은 것으로 조사됨 SEIKO EPSON은 광원 장치, 광통신 모듈 등의 키워드가 도출되었으며, 광원 장치를 위한 발광 소자에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨 NEC는 Optical Fiber, Optical Communication 등의 키워드가 도출되었으며, 광섬유 통신에서 사용되는 송신기 및 수신기 장치에 관한 기술력이 높은 것으로 조사됨

□ 분석 종합표

[평가지표/ 정량적 분석]

평가지표	한국		미국	유럽	일본
	전체	중소기업			
특허 활동도[4]	21.3	8.7	16.7	7.8	100.0
특허 부상도[5]	61.2	100.0	91.9	98.6	39.9
특허 시장력[6]	45.3	48.2	69.9	100.0	47.9
특허 영향력[7]	26.0	19.2	100.0	36.0	51.8
▼					
상대적 기술경쟁력[8]	55.2	63.2	100.0	87.1	86.0

* 각 평가지표 값은 원 계산 값에 상대적 비교의 편의성을 위해 최고점 100점으로 환산한 값이며, 상대적 기술경쟁력은 각 평가지표의 가중치를 1:1로 반영하여 평균값을 도출한 것임

[주요 특허 선별지표]

선별지표	가중치
패밀리 특허 수(A)	2
피인용 횟수(B)	2
발명자 수(C)	2
청구항 수(D)	1.5
등록 여부(E)	1.5
IPC 수(F)	1
▼	
선별지표 최종 계산식[9]	(A+B+C)X2 + (D+E)X1.5 + (F)X1

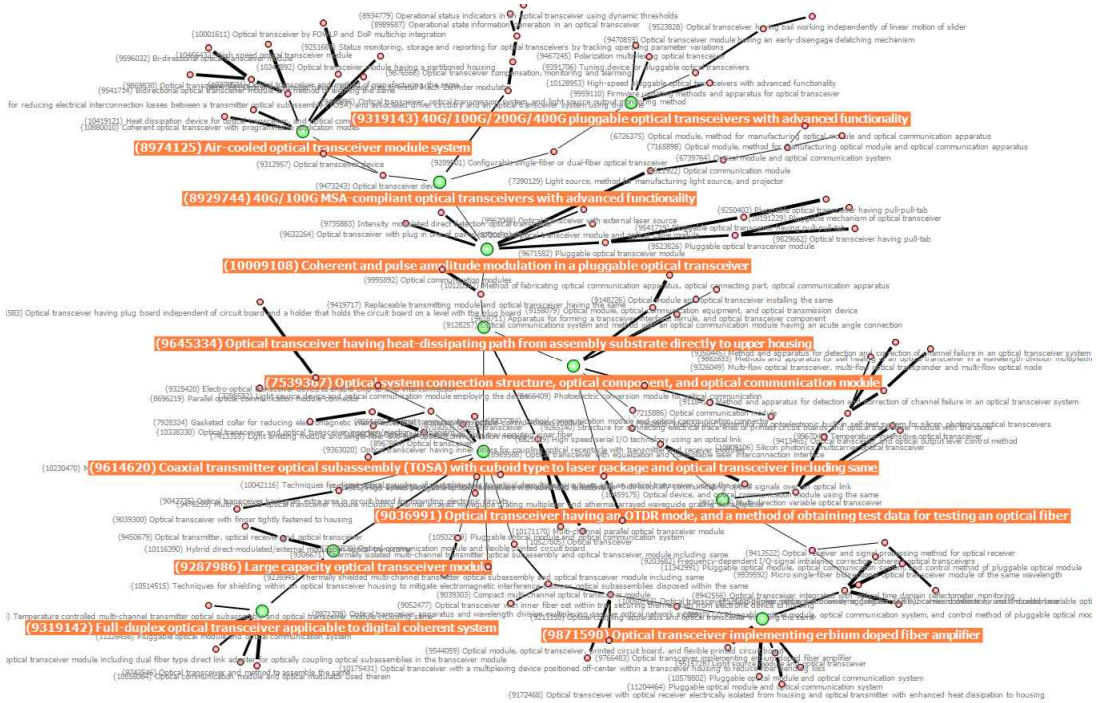
4) 전체 출원건수 대비 국가별 출원건수 평가
5) 각 국가별 전체 출원건수 대비 최근 5년 출원건수 평가
6) 국가별 패밀리 국가수(PFS) 평가
7) 국가별 피인용도(CPP) 평가
8) 상기 4개 평가지표의 합계 최고 국가 대비 상대값
9) 전략품목과의 정합성을 높이기 위하여 선별지표 최종 계산식에서 2~3배 후보군을 도출한 다음 명칭, 요약, 청구항을 참조하여 최종 주요 특허를 선별함

(2) 요소기술 후보군 도출

○ (특허 네트워크 맵) Co-Citation 클러스터링 방법론을 활용한 분석결과 아래와 같이 11개 핵심특허 확인

[최상위 핵심특허]

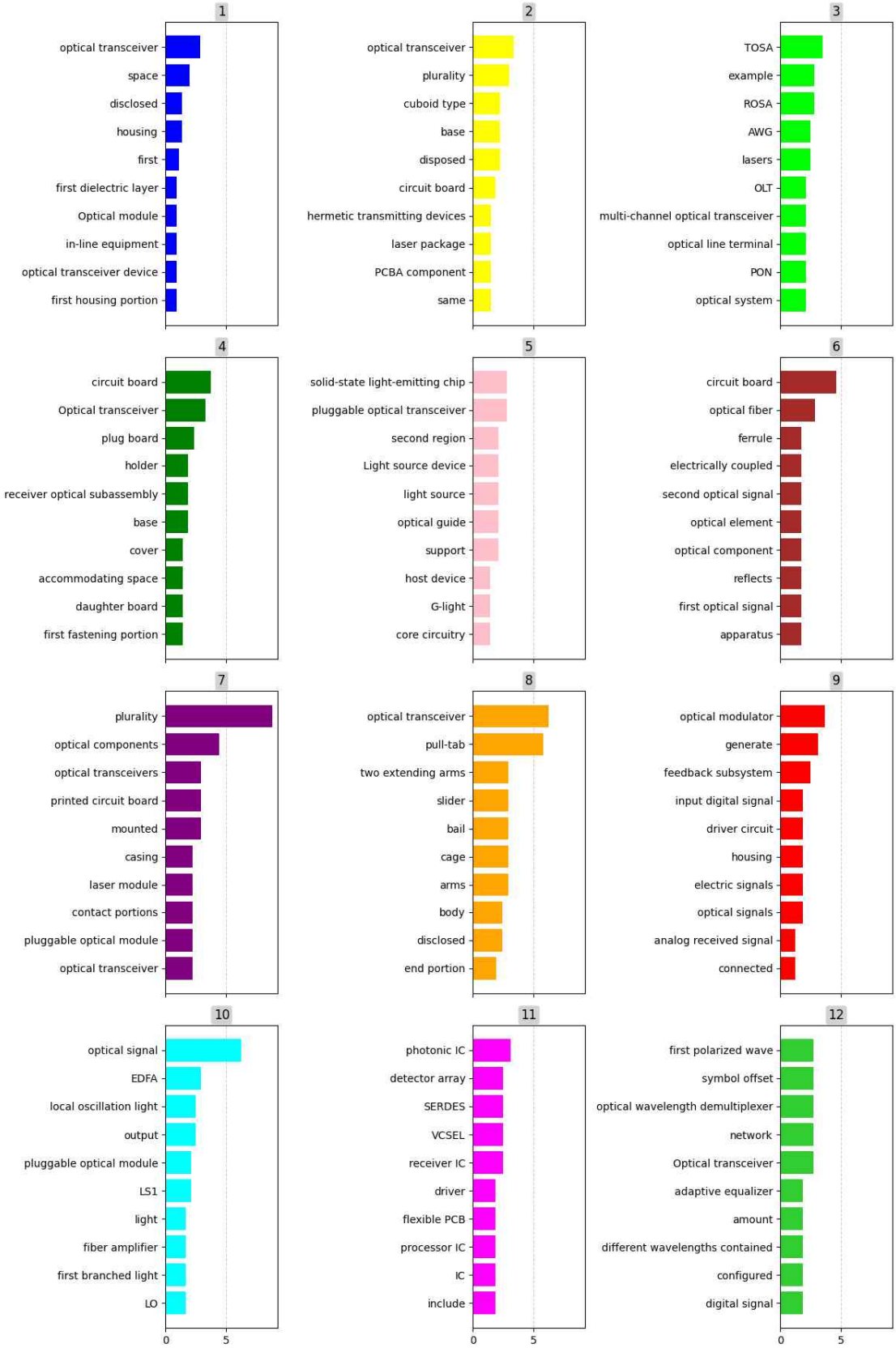
구분	특허명	중요도*
1	• (9614620) Coaxial transmitter optical subassembly (TOSA) with cuboid type to laser package and optical transceiver including same	20.37
2	• (7539367) Optical system connection structure, optical component, and optical communication module	11.88
3	• (9319142) Full-duplex optical transceiver applicable to digital coherent system	11.46
4	• (9287986) Large capacity optical transceiver module	10.19
5	• (8974125) Air-cooled optical transceiver module system	6.79
6	• (9319143) 40G/100G/200G/400G pluggable optical transceivers with advanced functionality	5.09
7	• (10009108) Coherent and pulse amplitude modulation in a pluggable optical transceiver	4.67
8	• (10128953) High-speed pluggable optical transceivers with advanced functionality	4.24
9	• (10044445) Techniques for reducing electrical interconnection losses between a transmitter optical subassembly (TOSA) and associated driver circuitry and an optical transceiver system using the same	3.82
10	• (9618711) Apparatus for forming a transceiver interface, ferrule, and optical transceiver component	3.4
11	• (9871590) Optical transceiver implementing erbium doped fiber amplifier	2.55



* 중요도 : 특정한 노드가 다른 두 노드 사이의 최단 거리에 얼마나 자주 위치하는가를 의미하는 것이 매개 중심성(betweenness centrality)이며, 매개중심성 값을 활용하여 산출

○ (클러스터링 분석 결과) Co-Citation 클러스터링 방법론을 통해 12개 클러스터별 주요 키워드를 아래와 같이 확인

[KDD/KM 기반 클러스터링 분석 시각화 결과]



○ (핵심키워드 및 관련 특허 분석) 12개 클러스터별 핵심키워드와 관련 특허를 아래와 같이 확인

[광통신부품 품목 핵심키워드 및 관련 특허]

No	핵심키워드	핵심성*	상관관계 특허(영문)	상관관계 특허(국문)
클러스터 01	• optical transceiver • space • housing • disclosed • first	2.88 2.00 1.33 1.33 1.11	• Optical transceiver device • 40G/100G MSA-compliant optical transceivers with advanced functionality • Optical transceiver with inner fiber set within tray securing thermal path from electronic device to housing	• 광학 트랜시버 장치 • 고급 기능을 갖춘 40G/100G MSA 호환 광학 트랜시버 • 전자 장치에서 하우징까지 열 경로를 고정하는 트레이 내에 내부 섬유 세트가있는 광학 트랜시버
클러스터 02	• optical transceiver • plurality • disposed • base • cuboid type	3.38 3.01 2.26 2.26 2.26	• Coaxial transmitter optical subassembly (TOSA) with cuboid type to laser package and optical transceiver including same • Replaceable transmitting module and optical transceiver having the same • Bidirectional parallel optical transceiver module and a method for bidirectionally communicating optical signals over an optical link	• Coxial Transmitter 광학 하위 조립 (TOSA)은 레이저 패키지에 입방체 유형 및 동일을 포함한 광학 트랜시버를 갖는 • 교체 가능한 전송 모듈 및 광학 트랜시버가 동일합니다 • 양방향 병렬 광학 트랜시버 모듈 및 광학 링크를 통해 광학 신호를 양방향 통신하는 방법
클러스터 03	• TOSA • ROSA • example • lasers • AWG	3.52 2.82 2.82 2.46 2.46	• Optical transceiver apparatus and wavelength division multiplexing passive optical network system • Thermally isolated multi-channel transmitter optical subassembly and optical transceiver module including same • Multi-channel optical transceiver module including thermal arrayed waveguide grating multiplexer and athermal arrayed waveguide grating demultiplexer	• 광학 트랜시버 장치 및 파장 분할 다중화 수동 광 네트워크 시스템 • 열로 분리 된 다 채널 송신기 광학 서브 어셈블리 및 동일한 광학 트랜시버 모듈 • 열 배열 도파관 grating 멀티플렉서 및 아테마 배열 도파관 격자를 포함한 다 채널 광학 트랜시버 모듈
클러스터 04	• circuit board • Optical transceiver • plug board • base • holder	3.76 3.29 2.35 1.88 1.88	• 40G/100G/200G/400G pluggable optical transceivers with advanced functionality • Optical transceiver having an extra area in circuit board for mounting electronic circuits • Polarization multiplexing optical transceiver	• 고급 기능을 갖춘 40G/100G/200G/400G 플러그 가능한 광학 트랜시버 • 전자 회로 장착을위한 회로 보드에 추가 영역이있는 광학 트랜시버 • 편광 다중화 광학 트랜시버

No	핵심키워드	핵심성*	상관관계 특허(영문)	상관관계 특허(국문)
클러스터 05	• pluggable optical transceiver • solid-state light-emitting chip • optical guide • light source • Light source device	2.82 2.82 2.11 2.11 2.11	• Light source device and optical communication module employing the device • Light source, method for manufacturing light source, and projector • Coherent and pulse amplitude modulation in a pluggable optical transceiver	• 장치를 사용하는 광원 장치 및 광 통신 모듈 • 광원, 광원 제조 방법 및 프로젝터 • 플러그 가능한 광학 트랜시버에서의 코 히어런트 및 펄스 진폭 변조
클러스터 06	• circuit board • optical fiber • apparatus • electrically coupled • ferrule	4.62 2.89 1.73 1.73 1.73	• Optical system connection structure, optical component, and optical communication module • Electro-optical transceiver device to enable chip-to-chip interconnection • Optical communication module and optical communication connector	• 광학 시스템 연결 구조, 광학 구성 요소 및 광 통신 모듈 • 칩 투 칩 상호 연결을 가능하게하는 전기 광학 트랜시버 장치 • 광 통신 모듈 및 광 통신 커넥터
클러스터 07	• plurality • optical components • mounted • printed circuit board • optical transceivers	8.82 4.41 2.94 2.94 2.94	• Air-cooled optical transceiver module system • Full-duplex optical transceiver applicable to digital coherent system • Optical transceiver implementing erbium doped fiber amplifier	• 공냉식 광학 트랜시버 모듈 시스템 • 디지털 코 히어런트 시스템에 적용 가능한 전이중 광학 트랜시버 • Erbium 도핑 된 섬유 증폭기를 구현하는 광학 트랜시버
클러스터 08	• optical transceiver • pull-tab • arms • cage • bail	6.28 5.80 2.90 2.90 2.90	• Pluggable optical transceiver module • Pluggable optical transceiver having pull-pull-tab • Optical transceiver having bail working independently of linear motion of slider	• 플러그 가능한 광학 트랜시버 모듈 • 풀 폴 탭을 갖는 플러그 가능한 광학 트랜시버 • 슬라이더의 선형 운동과 독립적으로 작동하는 광장을 보유한 광 트랜시버
클러스터 09	• optical modulator • generate • feedback subsystem • electric signals • driver circuit	3.70 3.09 2.47 1.85 1.85	• Optical transmitter, optical receiver and optical transceiver • Large capacity optical transceiver module • Hybrid direct-modulated/external modulation optical transceiver	• 광학 송신기, 광학 수신기 및 광학 트랜시버 • 대용량 광학 트랜시버 모듈 • 하이브리드 직접 변조/외부 변조 광학 트랜시버

No	핵심키워드	핵심성*	상관관계 특허(영문)	상관관계 특허(국문)
클러스터 10	• optical signal • EDFA • output • local oscillation light • LS1	6.28 2.93 2.51 2.51 2.09	• Optical transceiver using duplex media, self-homodyne detection (SHD), coherent detection, and uncooled laser • Pluggable optical module and optical communication system • Optical transceiver implementing erbium doped fiber amplifier	• 듀플렉스 매체, 자화 호데앤 검출 (SHD), 코 히어런트 감지 및 냉각 레이저를 사용한 광학 트랜시버 • 플러그 가능한 광학 모듈 및 광 통신 시스템 • Erbium 도핑 된 섬유 증폭기를 구현하는 광학 트랜시버
클러스터 11	• photonic IC • receiver IC • VCSEL • SERDES • detector array	3.09 2.47 2.47 2.47 2.47	• High speed serial I/O technology using an optical link • Optical transceiver with equalization and controllable laser interconnection interface • Structure for connecting electrical trace lines of printed circuit boards and optical transceiver module with the same	• 광학 링크를 사용한 고속 직렬 I/O 기술 • 이퀄라이제이션 및 제어 가능한 레이저 상호 연결 인터페이스를 갖는 광학 트랜시버 • 인쇄 회로 보드의 전기 트레이스 라인을 연결하기위한 구조 및 광학 트랜시버 모듈이 동일하게
클러스터 12	• Optical transceiver • network • optical wavelength demultiplexer • symbol offset • first polarized wave	2.75 2.75 2.75 2.75 2.75	• Multi-direction variable optical transceiver • Optical receiver and signal processing method for optical receiver • Power efficient subcarrier aggregator and subcarrier combiner for multi-direction variable optical transceiver	• 다 방향 변수 광학 트랜시버 • 광학 수신기를위한 광학 수신기 및 신호 처리 방법 • 다 방향 가변 광학 트랜시버를위한 전력 효율적인 서브 캐리어 애그리 게이터 및 서브 캐리어 콤비너

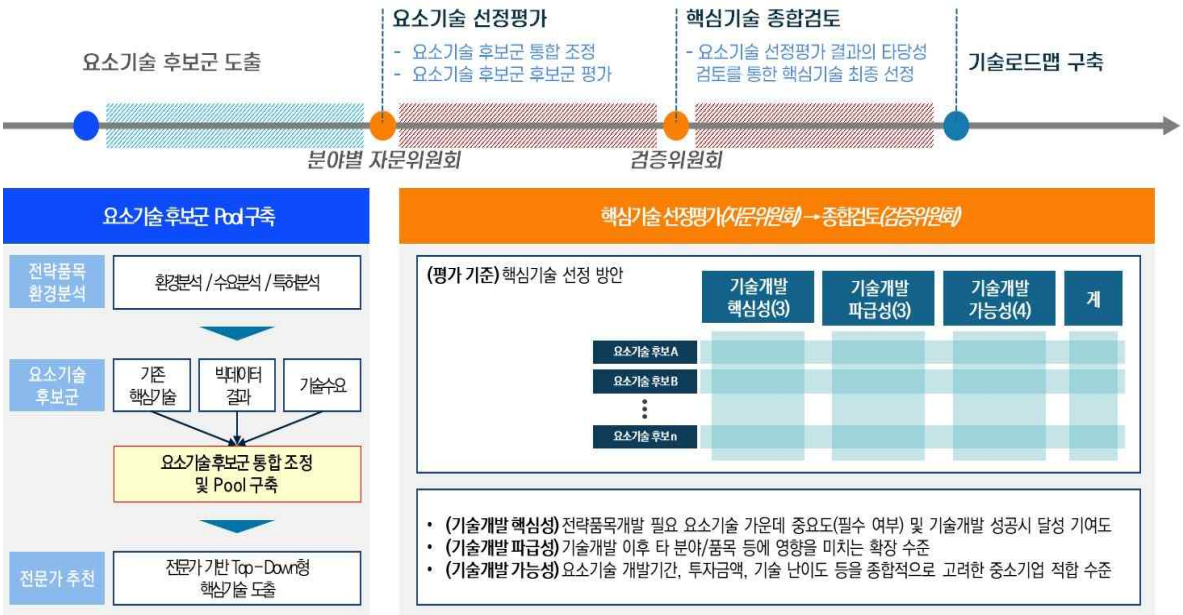
* 핵심성 : 클러스터 내 전체 키워드 빈도수의 합계 대비 개별 키워드의 빈도수 비중을 활용하여 산출

4. 기술개발 로드맵

[기술 로드맵 구축 개요]

□ 구축 절차 및 방법론

- 기추진 로드맵 핵심기술, 빅데이터 분석방법론(KDD/KM)을 활용한 정량분석 결과와 기술수요 니즈, 전문가 참여 등을 기반으로 핵심기술을 선정하고 기술로드맵 기획
  - 핵심기술은 기술개발 핵심성, 기술개발 파급성, 기술개발 가능성 등 평가점수 도출 후 전문위 종합 검토를 통해 선정
  - 도출된 요소기술을 대상으로 전문위원회를 통해 평가요인별 평가를 실시하고 검증위원회를 통하여 최종 선정



< 기술 로드맵 구축 절차 및 방법론 >

□ 로드맵 수립 시 중점 고려사항

- 대상 전략품목 관련 최종 선정된 핵심기술에 대한 정의서를 작성하고 이에 기반하여 로드맵 수립
- 산업생태계를 고려 중분류 단위까지 세분화하여 상용화를 고려한 개발목표 제시
- 핵심기술의 현 기술수준 및 중소기업 니즈를 고려 중소기업 적합 기술목표 제시
- 기술변화속도를 고려 일률적인 1년 단위 목표제시가 아닌 순환 주기별 로드맵 구조화

가. 요소기술 도출 및 핵심기술 선정

(1) 요소기술 도출

□ 기추진 로드맵 핵심기술, 빅데이터 분석방법론(KDD/KM)을 활용한 정량 분석 결과와 기술수요 니즈, 전문가 참여 등을 기반으로 핵심기술 선정을 위한 전략품목 요소기술 5개 도출

[요소기술 도출]

구분	중분류	요소기술	출처*
1	초고속 광반도체 소자 기술	• 초고속 광통신 광소자 제조 기술	특허-빅데이터
2	초고속 광반도체 소자 기술	• 초고속 광 패키지 모듈 제조 기술	전문가
3	전력증폭 소자 기술	• 전력증폭 소자 패키징/모듈 조립기술	기존 핵심기술
4	초고속 광반도체 소자 기술	• 광통신 부품 신호처리/전송 기술	특허-빅데이터
5	전력증폭 소자 기술	• 전력증폭 소자의 주요 성능 측정기술	기존 핵심기술

* 출처 : 기존 핵심기술, 특허-빅데이터, 중소기업 니즈, 수요처 니즈, 대국민(재밍), 전문가 등

(2) 핵심기술 선정

□ 전략품목 요소기술을 대상으로 전문위원회를 통하여 핵심기술 선정

[「광통신부품」 핵심기술 선정]

중분류	핵심기술	개요
초고속 광반도체 소자기술	초고속 광통신 광소자 제조 기술	• 근거리 네트워크와 데이터센서의 광통신 고속구동을 위한 반도체 광원으로 Epi Wafer 구조설계와 박막성장기술과 광반도체 기반의 소자 제조 공정 기술
	초고속 광 패키지 모듈 제조 기술	• 5G/6G 모바일/엑세스 네트워크와 데이터 센터용 파장가변 변조광원, 광원 어레이, 단일 트랜시버 모듈이 적용된 광부품을 위한 양방향용 광트랜시버 제작기술

[핵심기술 선정 과정]

□ 요소기술 검토 및 핵심기술 선정

- (요소기술 후보군 구성/선별) 수요조사 및 특허 분석결과에 기반하여 요소기술 후보군 구성 → 전략품목별 개발 방향에 부합하는 요소기술 선별
- (핵심기술 선정) 선별된 요소기술에 대해 기술개발 핵심성·파급성·가능성을 고려하여 핵심기술 선정

□ 핵심기술 평가

- (평가 방법) 선별된 요소기술 중 평가항목(기술개발 핵심성, 기술개발 파급성, 기술개발 가능성)별 해당하는 평가척도 1개를 선택하여 '○' 표시 기입
  - 기술개발 핵심성 : 전략품목 개발 필요 요소기술 가운데 중요도(필수 여부) 및 기술개발 성공 시 달성 기여도
  - 기술개발 파급성 : 기술개발 이후 타 분야/품목 등에 영향을 미치는 확장 수준
  - 기술개발 가능성 : 요소기술에 대한 개발 기간, 투자금액, 기술 난이도 등을 종합적으로 고려한 중소기업 적합 수준

핵심기술 정의서(안)

01 초고속 광통신 광소자 제조 기술

기술 유형		■ (초고속·초절전 반도체 기술) □ (차세대 ICT 융·복합기술)
기술개요		• 근거리 네트워크와 데이터센서의 광통신 고속구동을 위한 반도체 광원으로 Epi Wafer 구조설계와 박막성장기술과 광반도체 기반의 소자 제조 공정 기술
기술요구사항		• 25Gbps VCSEL Epi Wafer 최적화 기술 • Differential Gain 확보기 위한 InGaAs QW 성장 기술 • Parasitic Capacitance 감소 위한 기판 구조 기술 • Chip 저항 최소화를 위한 기판 구조 기술 • Thermal Impedance 최소화를 위한 Al 조성비 조정 성장 기술 • 25Gbps VCSEL Chip 디자인 개발 • Top P/N Pad 구조를 위한 Semi Insulating 기판의 칩 기술 • 25Gbps VCSEL Chip 단위 공정 기술
기술개발 최종 목표		• 초고속 광통신용 25Gbps及 VCSEL Epi Wafer 소재 및 소자 제조
단계별 목표	1차년도	• 10Gbps VCSEL Epi Wafer 기술개발 - Differential Gain을 확보하기 위한 InGaAs QW 성장 기술 개발 • 10Gbps VCSEL Chip 디자인 개발 - Top P/N pad 구조를 위한 Semi Insulating 기판의 칩 디자인 개발 • 10Gbps VCSEL Chip 평가 기술 확보
	2차년도	• 20Gbps VCSEL Epi Wafer 기술개발 - Photon Life Time 감소 위한 구조 연구 • 신뢰성 확보 위한 Hermetic Sealing 공정 기술개발 • 20Gbps VCSEL Chip 평가 기술 확보
	3차년도	• 25Gbps VCSEL Epi Wafer 최적화 기술개발 - Chip 저항 최소화 위한 기판 기술 개발 • 25Gbps VCSEL Chip 디자인 및 단위 공정 개발 - Top P/N Pad 구조를 위한 단차 극복 공정 기술 개발 • 25Gbps VCSEL Chip 평가 기술 확보

02 초고속 광 패키지 모듈 제조 기술

기술 유형		■ (초고속·초절전 반도체 기술) □ (차세대 ICT 응용기술)
기술개요		• 5G/6G 모바일/엑세스 네트워크와 데이터 센터용 파장가변 변조광원, 광원 어레이, 단일 트랜시버 모듈이 적용된 광부품을 위한 양방향용 광트랜시버 제작기술
기술요구사항		• CWDM 서브채널용 10Gbps DML 광 모듈 제조 기술 • LAN-WDM용 25Gbps DML 광 모듈 제조 기술 • 25Gbps SOA 집적형 EML 제조기술 • SAG 기반 25Gbps LAN-WDM 단일집적 모듈기술
기술개발 최종 목표		• 25Gbps급 10nm 이상 고효율 마이크로히터형 고속 변조기 단일집적 파장가변 광 모듈
단계별 목표	1차년도	• CWDM 서브채널용 10Gbps DML 모듈 제조 기술 • 25Gbps SOA 집적형 EML 제조기술 • SAG 기반 25Gbps LAN-WDM 단일집적 모듈기술
	2차년도	• LAN-WDM용 25Gbps DML 모듈 제조 기술 • 25Gbps SOA 집적형 EML 제조기술 • SAG 기반 25Gbps LAN-WDM 단일집적 모듈기술
	3차년도	• SAG 기반 25Gbps LAN-WDM 단일집적 모듈기술 • MUX 단일집적형 어레이 제작기술 개발 • DML, EML 적용 모듈 기술 고도화(고수율 제조, 성능향상 (밴드확장, 대역폭 증가, 전송거리 확대 등), 파장가변 효율향상, 저전력 동작 기술 등)

나. 기술 로드맵 구축

(1) 기술개발 목표

[「광통신부품」 기술개발 로드맵]

중분류	핵심기술	기술 요구사항	개발목표			최종목표
			1차년도	2차년도	3차년도	
초고속 광반도체 소자기술	초고속 광통신 광소자 제조 기술	- 25Gbps VCSEL Epi Wafer 최적화 기술 - Differential Gain 확보기 위한 InGaAs QW 성장 기술 - Parasitic Capacitance 감소 위한 기판 구조 기술 - Chip 저항 최소화를 위한 기판 구조 기술 - Thermal Impedance 최소화를 위한 Al 조성비 조정 성장 기술 - 25Gbps VCSEL Chip 디자인 개발 - Top P/N Pad 구조를 위한 Semi Insulating 기판의 칩 기술 - 25Gbps VCSEL Chip 단위 공정 기술	·10Gbps VCSEL Epi Wafer 기술개발 - Differential Gain을 확보하기 위한 InGaAs QW 성장 기술개발 ·10Gbps VCSEL Chip 디자인 개발 - Top P/N pad 구조를 위한 Semi Insulating 기판의 칩 디자인 개발 - 10Gbps VCSEL Chip 평가 기술 확보	·20Gbps VCSEL Epi Wafer 기술개발 - Photon Life Time 감소 위한 구조 연구 ·신뢰성 확보 위한 Hermetic Sealing 공정 기술개발 - 20Gbps VCSEL Chip 평가 기술 확보	·25Gbps VCSEL Epi Wafer 최적화 기술개발 - Chip 저항 최소화 위한 기판 기술개발 ·25Gbps VCSEL Chip 디자인 및 단위 공정 개발 - Top P/N Pad 구조를 위한 단차 극복 공정 기술개발 ·25Gbps VCSEL Chip 평가 기술 확보	25Gbps及 VCSEL Epi Wafer 최적화 기술 및 VCSEL Chip 제조 기술 확보
	초고속 광 패키지 모듈 제조 기술	- CWDM 서브채널용 10Gbps DML 광 모듈 제조 기술 - LAN -WDM용 25Gbps DML 광 모듈 제조 기술 - 25Gbps SOA 집적형 EML 제조기술 - SAG 기반 25Gbps LAN-WDM 단일집적 모듈기술	- CWDM 서브채널용 10Gbps DML 모듈 제조 기술 - 25Gbps SOA 집적형 EML 제조기술 - SAG 기반 25Gbps LAN-WDM 단일집적 모듈기술	- LAN-WDM용 25Gbps DML 모듈 제조 기술 - 25Gbps SOA 집적형 EML 제조기술 - SAG 기반 25Gbps LAN-WDM 단일집적 모듈기술	- SAG 기반 25Gbps LAN-WDM 단일집적 모듈기술 - MUX 단일집적형 어레이 제작기술 개발 - DML, EML 적용 모듈 기술 고도화(고수율 제조, 성능향상 (밴드확장, 대역폭 증가, 전송거리 확대 등), 파장가변 효율향상, 저전력 동작 기술 등)	파장가변 변조광원, 광원 어레이, 단일 트랜시버 모듈이 적용된 양방향용 광트랜시버 기술개발

(2) 로드맵 기획

□ **(총론) 국제 경쟁력 향상을 위한 광통신부품 기술개발 및 초고속 대용량 정보전송 증가 현상 이슈에 대응하는 초고속·초절전 전기전자 기술을 위한 중소기업 전략기술로드맵 구축**

○ (중소기업 기술개발전략 1) 850nm 발진 파장의 VCSEL이 1990년도 후반에 다중모드 광섬유를 통해 300~500m 영역의 근거리 광통신에 상용화되었으며 데이터센터(Data Center)와 근거리 광 저장 네트워크(Optical Storage Area Network)에 응용되어 Data Traffic의 증가에 따라 그 수요가 급격히 상승하고 있어 관련 기술개발에 대한 중소기업들의 전략적 접근이 필요

- VCSEL은 QSFP28/ SFP28/ AOC 등의 트랜시버(Transceiver)가 공급되고 있으며 전력 소비가 적고 우수한 광학 특성을 이용하여 다양한 광통신 분야에 지속적으로 이용

- 급부상하고 있는 IoT 분야의 스마트폰 및 태블릿 등 휴대 단말기 카메라 모듈 및 인체 정보 센서 등에 다수 적용되어 VCSEL 응용 범위가 크게 확대되어 국내 및 해외 시장진출에 대한 전략 수립 필요

○ (중소기업 기술개발전략 2) 국내 광통신 부품 산업 생태계는 핵심부품을 해외업체에 대부분 의존하고 있으며, 해외 기업들의 자체 부품수급 체계 수직계열화로 인해 국내 기업들은 양질의 핵심부품을 적기에 공급받기 어려워지고 있는 상황으로 향후 시장 대응에 대한 대비가 시급한 상황

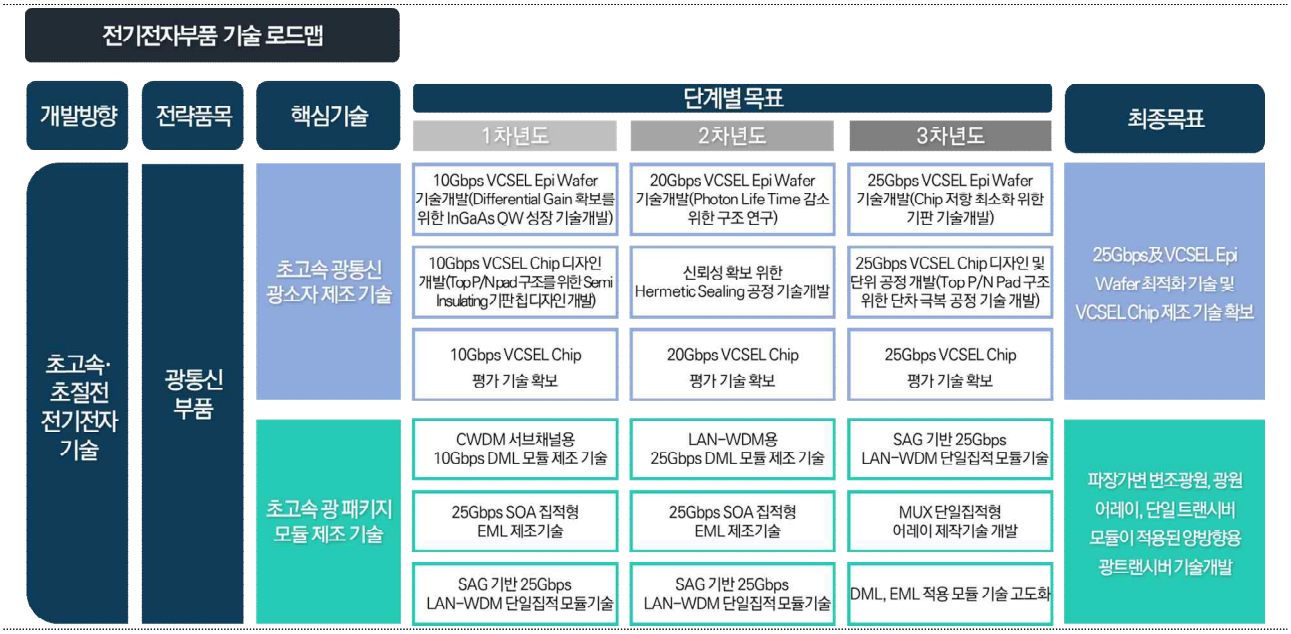
- 파장 선정이 자유로운 파장가변 변조광원은 단일제품으로 여러 파장 대역에 활용할 수 있으며, 기술/산업 경쟁력 확보를 위한 핵심부품 기술개발 지원 필요

- 광트랜시버 시장은 전송 속도, 전송 거리, 변조 방식, 폼팩터 등으로 세분화될 수 있으며, Beyond 5G 통신 트래픽, IoT 트래픽, 클라우드 데이터의 증가는 라인/클라이언트측 광트랜시버 시장 모두의 확대요인이 되고 있어 수량 기준으로는 10G 이하의 낮은 비트 전송율 사양에서 마이너스 성장하면서 25G 이상 비트전송율 사양은 고성장이 예측

- 전 세계적으로 저가형 파장가변 트랜시버 시장의 강자가 아직 없으며, 국내 중소기업의 개발 기술 구현으로 세계시장에서 기술력으로 인정받고 다양한

분야에 적용을 통한 지속 성장 가능

- 파장가변 광원은 기존 파장고정 광원의 대체 효과와 함께 전광 패킷스위칭, ROADM 메트로망용 광원으로 활용되며, 통신용뿐만 아니라 광센싱 및 광계측용 광원 등 다양한 응용에 맞게 활용이 가능



[「광통신부품」 기술개발 로드맵]