중소기업 기술국산화 전략품목 상세분석

<전기전자>

중소벤처기업부
TIPA 중소기업기술정보진흥원

2. 광학부품 및 기기

◎ 정의

□ 광학부품은 광학적 정보를 디지털 정보로 변환시키는 부품으로, 모바일 기기, 스마트 가전, 자동차 및 IoT 등에서 사진, 동영상의 촬영, 사물인식, 자율주행 자동차, 운전자 인식, 드론, 광통신 등의 용도에 활용되는 모듈 및 이를 구성하는 부품으로, 레이저 다이오드, 광통신용 렌즈를 포함

◎ 필요성

□ 클라우드 컴퓨팅, Internet of Things 및 가상 데이터 센터의 보급과 함께 대용량 데이터 서비스의 수요 증가로 인한 IP 트래픽 증가는 네트워크 고도화에 대한 필요성으로 대두

□ 지속적인 글로벌 IP 트래픽 증가와 더불어 5G 상용화에 따라 데이터센터의 시장은 크게 증가할 것으로 예상되며 이에 따라 광트랜시버 시장수요 또한 크게 증가 될 것으로 예상

□ 레이저 다이오드는 광통신, 영상, 저장장치, 정밀 가공, 거리 측정, 군사용 등 다양한 용도로 활용되고 있으며 앞으로는 보다 다양한 분야에 융복합되어 활용이 가능하여 광산업에 있어서 레이저 다이오드는 기반 중의 기반산업

◎ 세부품목명

[광학부품 및 기기의 세부품목 리스트]

분야	품목 No.	세부품목명
전기전자	1	광통신 부품
전기전자	2	레이저 다이오드

광통신 부품

1. 개요

가. 개념 정의

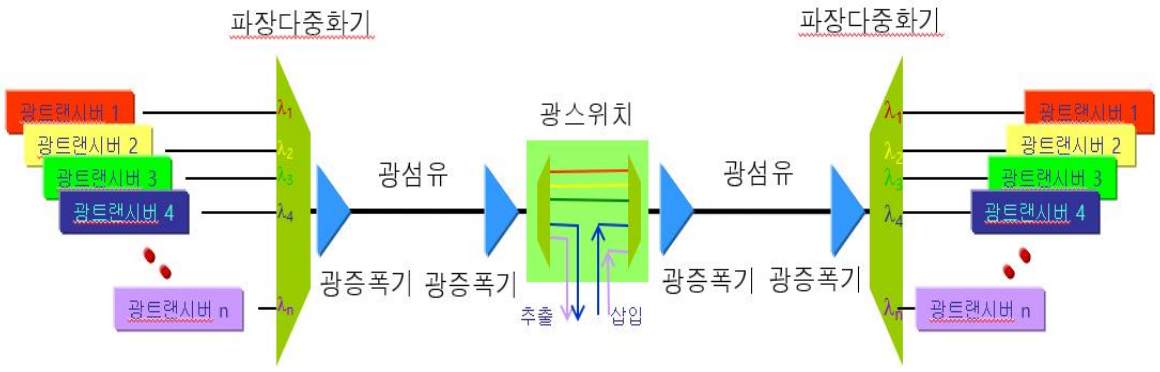
□ 광통신은 대용량 정보를 광신호를 통해 전달하는 시스템으로 전기신호 전송 대비 대용량 전송, 장거리 전송 등의 특징을 가지며 광통신 부품은 이를 구성하기 위한 부품을 일컬음

- 광통신은 전기신호를 광신호로 변환하여 광섬유를 매개체로 신호를 전달하며 필요에 따라 전송 과정에서 신호의 증폭 또는 삽입, 추출하는 기능을 포함함

- 기존 음성신호 전달에서 벗어나 인터넷, 멀티미디어 서비스 등으로 인해 트래픽이 크게 증가하고 있으며 5G, 클라우드, 인공지능, AR/VR 등 새로운 서비스의 도입으로 트래픽 증가 속도는 더욱 가팔라지고 있어 광통신의 활용 분야는 더 증가할 것으로 예측됨

□ 광통신 부품은 광신호 생성 및 수신을 위한 광소자 칩, 광부품, 광 트랜시버 등과 광신호 전달에 사용되는 광섬유, 광증폭기, 광 스위치 등 대용량화 및 저지연화가 필수적인 5G 네트워크망의 구축을 위한 핵심부품을 의미

[광신호 전송 개략도]



* 출처 : 한국전자통신연구원 광무선원천연구본부

나. 중요성 및 의의

◎ 데이터 통신 수요의 급증

☐ 제4차 산업혁명 시대의 도래에 따라 인공지능, IoT, AR/VR 등 신규 서비스로 인한 트래픽이 급증하고 있으며 이를 전달하기 위한 광통신의 중요성은 더욱 증가하고 있음

- 인터넷 및 스마트 디바이스의 증가로 트래픽이 급속히 증가하고 있으며 이러한 대용량, 초고속 통신 수요를 처리하기 위해 광통신 부품의 고속화, 소형화, 저전력화가 빠르게 진화하고 있음
- 멀티미디어, 클라우드 서비스를 위한 데이터센터의 활용도 증가에 따라 대면적 데이터센터, 분산형 데이터센터 등 다양한 구조의 데이터센터가 도입되고 있으며 데이터센터 트래픽은 2020년 15.3 제타 바이트에 이를 것으로 예측됨 (시스코, 1 제타 바이트=10억 테라바이트)
- 대규모 데이터 발생 및 전송으로 인해 ICT 분야의 에너지 소모가 크게 증가하고 있어 2030년 전체 전력 소모의 최대 20%를 차지할 것으로 전망되어 저전력, 고효율 광통신 부품을 통한 에너지 절감이 필요함

[광통신의 필요성]



* 출처 : 한국전자통신연구원 광무선원천연구본부

□ 새로운 서비스의 증가

■ 광통신은 단순 정보 전달 기능을 넘어 고성능 컴퓨터, 데이터센터 등에서는 많은 데이터를 활용한 인공지능 학습, 추론 등을 위해 발생하는 대용량 통신에 활용됨

■ 모바일 게임, 자율주행 자동차, 스마트 팩토리 등 정보 전달 시간 지연에 민감한 서비스의 등장으로 광통신의 필요성이 증가하고 있음

■ 무어의 법칙을 따르던 전자소자의 성능 향상은 한계에 도달하고 있으며 특히 신호의 입출력에 많은 시간과 에너지가 소모되고 있어 이를 광신호로 대체하려는 연구가 활발히 진행되고 있음

■ 코로나-19와 감염병의 발생으로 온라인 교육, 원격진료, 화상 회의/세미나를 위한 고품질 영상신호 데이터양이 2020년 한 해 동안에만 30만 페타바이트까지 증가하였으며(Inphi 2020) 이후에도 비대면 서비스는 지속적으로 증가할 것으로 예측됨

◎ 핵심부품 국산화 필요성

□ 데이터 트래픽 용량의 급증으로 광통신 부품의 고속화, 소형화, 저전력화, 저가화 등에 관한 기술개발이 활발하게 이루어지고 있음

□ 가장 핵심이 되는 광원의 경우 25Gbps 동작 이상의 하이앤드 광소자의 경우 기술적 난이도로 일본, 미국 등 일부 선진국에서만 개발되어 수입에 의존하고 있음

□ 초고속 광통신 부품의 안정적 수급을 위해 M&A를 통한 광소자에서 시스템을 아우르는 수직계열화 현상이 두드러지고 있어 국내 광통신부품업체의 경우 핵심부품에 대한 공급망 확보에 어려움을 겪고 있어 국산화가 시급함

다. 가치사슬 구조 및 분류

(1) 가치사슬 및 용도별 분류

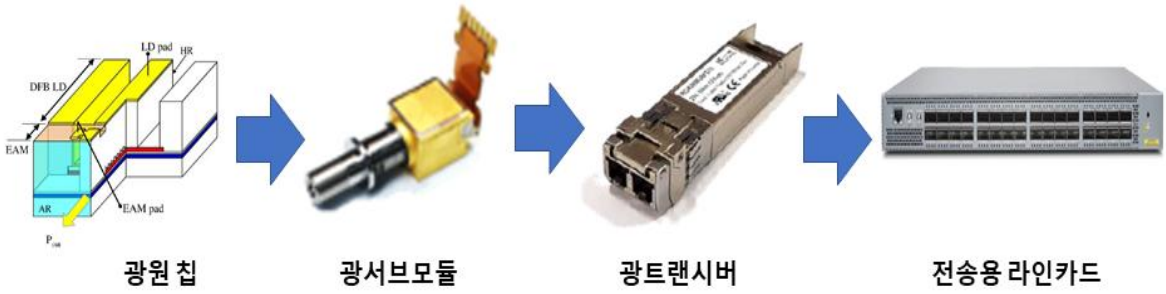
◎ 가치사슬

□ 광통신은 초기에 음성신호 전달이 목적이었으나 지금은 인터넷 정보 검색, 멀티미디어 데이터 전송 등 다양한 분야에 사용되고 있으며 향후 인공지능 서비스, AR/VR 정보 전송 등 응용 분야가 확대될 것으로 전망됨

- 일반적으로 광통신 산업에 있어서 반도체 웨이퍼와 능동/수동 광소자용 광소재 등을 후방산업으로 분류할 수 있으며, 통신 장비 및 시스템과 이를 기반으로 다양한 정보통신 서비스 산업 등을 전방산업으로 분류할 수 있음

- 광통신 부품 중 가장 시장이 큰 광 트랜시버의 경우 다음과 같은 가치사슬을 구성하고 있음: 웨이퍼 → 광소자 칩(LD/PD) → 광통신 부품(TO-can/TOSA/ROSA) → 광 트랜시버 → 광 전송 시스템 → ICT 서비스

[광 트랜시버 가치 사슬]



* 출처 : 한국전자통신연구원 광무선원천연구본부

[광통신부품 분야 산업구조]

후방산업	스마트제조 CPS 분야	전방산업
웨이퍼, 광소재, 공정 장비 등	광소자, 수동부품, 능동부품, 광모듈, 광 트랜시버 등	네트워크 장비, 텔레콤/데이터콤, 이동통신, ICT 서비스 산업 (인공지능, AR/VR, 원격의료/교육)

◎ 용도별 분류

□ 광통신 네트워크는 전달 거리, 전달 방식에 따른 계층 구조를 가지고 있으며 각각의 계층 구조에는 최적화된 광통신 부품이 적용됨

- 유무선 가입자망은 최근 5G 이동통신망을 위한 프론트홀 구축이 활발히 진행되고 있으며 가정이나 기업체에 기가급 인터넷 서비스를 제공하기 위한 광가입자망 기술을 포함함
- 최근에는 인공지능, 자율주행 등의 저지연 고품질 서비스 제공을 위해 분산형 데이터센터가 도입되고 있으며 이러한 데이터센터의 트래픽을 처리하는 네트워크를 말함

□ 광통신 부품은 광신호 생성 및 수신을 위한 광소자 칩, 광부품, 광 트랜시버 등과 광신호 전달에 사용되는 광섬유, 광증폭기, 광 스위치 등으로 분류할 수 있음

- 광소자 칩에는 광신호 생성을 위한 광원(LD: Laser Diode), 광신호 수신을 광 수신기(PD: Photo Diode), 광신호 분배를 위한 분배기, 파장 분할을 위한 파장 다중화기 등이 있음
- 광 송수신용 부품에는 광소자 칩에 전기신호를 인가 또는 반대 역할을 할 수 있게 하는 To-can, TOSA(Transmitter Optical Sub-Assembly), ROSA(Receiver Optical Sub-Assembly)와 전기신호 주입을 위한 전자소자 등을 포함함
- 광 트랜시버는 광신호와 전기신호를 교환해 주는 역할을 하는 장치로 용도 및 전송 속도에 따라 다양한 규격이 존재하며 호환성 확보를 위해 MSA(Multi Source Agreement)를 통해 규격을 정함
- 광신호 전달의 매개체로는 손실이 작은 유리로 만들어진 광섬유가 사용되며, 장거리 전송을 위한 신호 증폭을 위한 광섬유 증폭기, 그리고 각 노드에서 신호를 추출하거나 삽입하기 위한 광 스위치 등이 사용됨
- 광신호 전달에는 여러 가지 파장이 사용되는데 가장 많이 사용되는 파장은 광섬유 손실이 가장 작은 1550nm 대역이며, 최근에는 분산 효과가 작아 고속 신호 전송에 유리한 1300nm 대역이 데이터센터를 중심으로 사용되고 있으며 단거리 통신의 경우 850nm 대역도 사용됨

[용도별 분류]

용도	세부 내용
전달망 기술	•도시 간, 대륙 간 대용량 데이터 전송 서비스 제공 •WDM 기술 및 코히어런트 전송 방식이 주로 사용됨
유무선 가입자망 기술	•가정 및 기업체에 인터넷 서비스 및 모바일 통신을 위한 기지국까지의 데이터 전송 서비스 제공 •PON(Passive Optical Network) 방식의 일대다중(Point to Multi-point) 방식의 전송과 TDM 기술이 사용되나 최근 WDM 방식이 일부 도입되고 있음
데이터센터망 기술	•인터넷 검색, 유튜브, 인스타그램 등 멀티미디어 서비스, 기업 및 개인용 클라우드 서비스, 인공지능 서비스를 위한 플랫폼 제공 •데이터센터 내부에는 전송 거리에 따라 다중 광섬유 또는 단일 광섬유를 이용한 전송이 이루어지며 100Gbps급 전송이 주를 이루고 있음
인도어망 기술	•데이터 통신 용량 증가에 따른 대규모 쇼핑몰, 경기장, 행사장 등에 원활한 데이터 서비스 제공을 위한 인도어용 광통신망

(2) 기타 분류 방법

☐ 광통신소자의 경우 신호 생성을 위한 광원 기술이 매우 중요하여 광신호 생성을 위해 주로 화합물 반도체를 이용한 광소자 개발이 주류를 이루고 있음

- 광통신에는 다양한 파장이 사용되는데 화합물 반도체의 조성 조정을 통해 광원의 파장 조절이 가능한데 1300~1600nm 대역에서는 주로 InP 기반의 반도체가 850nm 대역에서는 GaAs 기반의 반도체가 사용됨

☐ 광신호의 분기, 파장 다중화/역다중화 등을 위한 수동 광소자의 경우 실리카 기반의 PLC(Planar Lightwave Circuits) 소자가 주로 사용되고 있으며 최근 소형화를 위해 굴절률 차이가 큰 실리콘 나이트라이드 기반의 광소자 개발이 활발히 이루어지고 있음

☐ 광통신소자의 소형화, 집적화에 대한 요구사항이 증가함에 따라 실리콘 포토닉스라고 불리는 실리콘을 이용한 광소자 개발이 활발하게 이루어지고 있음

- 실리콘 포토닉스는 기존 전자소자 개발에 사용되는 CMOS 공정을 활용하여 고집적, 고품질의 광소자 제작의 광집적소자를 개발하고 있음

- 실리콘을 이용하여 다양한 수동소자 및 변조기 등 능동소자의 제작이 가능하나 물질의 특성상 광원의 제작은 어려우나 이를 해결하기 위해 외부 광원 사용, 화합물 반도체 집적 등 다양한 연구가 진행되고 있음

☐ 최근에는 광통신 부품의 성능을 극대화하기 위해 다양한 물질 이용하여 최적화된 소자를 결합하는 이종집적 기술에 관한 연구가 시작되고 있음

- 실리콘 기판에 화합물 반도체를 접합하거나 화합물 반도체를 직접 성장하여 실리콘의 확장성과 화합물 반도체의 우수한 능동 물질 특성을 결합하는 연구가 진행되고 있음

2. 산업 분석

가. 산업 동향

◎ 적용 분야의 확대

□ 광통신 시장은 초기 장거리 통신망의 적용에서 메트로망, 가입자망으로 적용 분야가 확대되어 왔으며 특히 최근 들어서는 다양한 서비스의 근간이 되는 데이터센터 분야로 확대되고 있음

■ 2000년대 초반부터 인터넷 보급에 따른 트래픽 증가로 가입자까지 광신호가 전달되는 FTTH(Fiber-To-The-Home) 서비스가 제공되기 시작하여 최근에는 기가급 인터넷 서비스가 제공되기 시작함

■ 검색엔진 서비스의 확대와 유튜브, 페이스북 등 사회관계망 서비스(SNS) 보급의 증가로 대면적 데이터센터의 수요가 증가하고 이에 따라 데이터센터 내부 통신이 증가

- 데이터센터 내부 트래픽은 전체 데이터센터 트래픽의 71%를 차지함 (시스코, 2018)

■ 최근에는 기업들이 자체 서버를 구성하기보다는 클라우드 서비스를 이용하는 경향이 늘고 있고 데이터센터가 인공지능 서비스를 위한 슈퍼컴퓨터의 역할로 진화하고 있음

□ 광통신 수요의 증가에 따라 집적화 대한 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 상용 칩 생산이 가능함

■ 최근 대량 수요와 더불어 집적도가 높은 광부품 수요의 발생에 따라 상용 파운더리를 활용하는 실리콘 포토닉스 광소자 개발 연구 및 시장 진입이 활발하게 이루어지고 있음

□ 광통신 부품의 우수한 기술을 활용하여 다양한 응용분야로 적용이 확대되고 있음

■ 광통신 기술을 기반으로 라이다, 테라헤르츠 생성, 포토닉 빔포밍 등 새로운 응용 분야를 위한 광소자 기술 개발과 인공위성 간 또는 우주 무선 통신 기술 등 통신 분야에서도 응용 범위가 확대되고 있음

◎ 글로벌 업체에 주도되는 시장

□ 통신용량의 증대에 따라 이를 수용하기 위한 광통신 부품 기술은 빠르게 성장하고 있어 투자 규모나 기술적 난이도를 수용하기 위해 M&A 등을 통한 수직계열화 현상이 두드러지게 나타나고 있음

- 광통신 시스템 업체가 부품 기업을 인수하여 시스템 개발에 직접 활용하는 현상이 일어나고 있으며 대표적으로 CISCO는 Luxtera, Acacia 등의 인수를 통해 광소자부터 시스템에 이르는 수직계열화를 완료함

- 광통신 부품업체 간에도 활발한 M&A를 통해 덩치를 키워 경쟁력 강화를 추구하고 있으며 대표적으로 II-V는 10년간 광통신 부품 세계 1위를 고수하였던 Finisar를 인수하였고('19년), Lumentum은 Oclaro(광소자/모듈 기업)를 인수함('18년)

□ 광통신 부품은 전통적으로 소량, 다품종의 특성으로 주요 플레이어의 규모가 크지 않은 특성을 보여 왔으나 최근 대면적 데이터센터로 인한 대규모 수요 발생으로 참여 기업의 형태가 변화하고 있음

- 구글, 페이스북, MS 등 대규모 클라우드 서비스를 제공하는 업체에서 효율적인 데이터센터 운영을 위해 직접 광통신 부품 개발에 참여하고 있음

- CPU 등 전자부품의 전통적인 강자인 Intel을 비롯하여 최근 인공지능 시장의 확대에 따라 급속히 성장한 엔비디아도 2019년 Mellanox를 인수하고 데이터센터 또는 고성능 컴퓨터(HPC: High Performance Computer)를 위한 광통신 부품 및 시스템 개발에 참여하고 있음

[대면적 데이터센터]



* 출처 : Google Data centers

◎ 정책적 지원 강화

□ (한국)

- 5G+ 전략 수립, 네트워크 장비 등 10대 핵심산업과 5대 핵심서비스 선정('19.4)
- 10기가 인터넷 상용화 촉진 선도시범 사업('18.3), 세계 최초 5G 상용화('19.4)
- DNA(Data, Network, AI) 고도화 및 데이터 경제 활성화 추진('19.3)
- 4차 산업혁명과 혁신성장을 위한 초연결 지능형 네트워크 전략 수립('17.12)

□ (미국)

- 5G Initiative 발표('19.4)를 통해 민간 2,750억 달러 및 정부 204억 달러(농촌지역) 투자로 '25년까지 미국인 99% 이상 이용 가능한 5G 구축 계획
- 국방고등연구계획국(DARPA)은 6G 연구 착수 발표('17.5) 및 트래픽 처리 성능을 100배 향상 가능한 FastNIC 연구 프로그램 지원 발표('19.9)
- AIM Photonics 제조혁신연구소 설립 및 민·관 6.1억 달러 투자 추진('15)

□ (일본)

- '20년 5G 상용화 개시, '24년까지 5G 망 구축 및 서비스에 1.6조엔 투자 예상
- 총무성은 2025년까지 6G 핵심기술 확보, 2030년 44조엔 부가가치 창출 및 세계시장 30% 점유를 목표로 하는 'Beyond 5G 추진전략' 수립('20.4)
- 총무성에서 이동통신사뿐 아니라 일반 기업/기관 대상으로 로컬 5G 주파수 면허 신청 접수 개시('19.12), 5G LAN, IoT 등으로 버티컬 산업에 5G 적용·확산 추진

□ (유럽)

- EU의 Horizon 2020 프로그램에서 800Gbps 및 1.6Tbps 광모듈 개발을 위해 독일 프라운호퍼 등 7개 연구기관이 참여하는 TERIPHIC 프로젝트 착수('19)
- 핀란드 오울루 대학 주관으로 세계최초 6G 플래그십 프로젝트 사업 착수('18.3)
- '25년까지 독일 전역에 1Gbps 인터넷망 구축을 위한 투자 계획, 프랑스 전역에 광대역 통신망 구축 추진 등을 담은 'EU 미래에 관한 백서' 발표('17.3)

□ (중국)

- '19.11월 5G 상용화, '25년까지 5G 구축에 1.2조 위안 투자 ('20년 1803억 위안)
- MOST(과학기술부) 주도로 '18년부터 6G 선도를 위한 국책사업을 기획하여 5년간 매년 1,500억원 규모로 이동통신 및 네트워크 기술개발을 추진 중('18)

나. 시장 동향 및 전망

(1) 세계시장

☐ 광 트랜시버 시장은 2018년 47.2억 달러에서 2024년 121억 달러로 연평균 17.0% 성장 예상

- 전체 시장의 70% 이상을 차지하는 데이터센터용 광 트랜시버는 '25년까지 연평균 14.3% 성장, 텔레콤 용 광 트랜시버는 23.2% 성장이 예상됨
- 전달망 용 광부품은 현재 파장당 100G 중심의 시장에서 '21년 이후 파장당 400G 및 600G 중심으로 변화할 전망
- 데이터센터 시장도 현재 100G 광 모듈 중심에서 2021년부터 본격적으로 400G 광 모듈 시장이 시작될 것으로 예측됨
- 광통신 부품 시장 점유율은 Finisar(2019년 II-VI에 합병됨), Lumentum등 미국 기업이 강세이지만 최근 Accelink, Hisense, InnoLight 등 중국 기업의 점유율이 증가하고 있음

☐ (광통신 능동/수동부품) 세계시장은 '18년 33억 달러에서 '24년에 66억 달러 규모로 연평균 11.2%로 성장할 전망

- 전체 시장의 70%를 차지하는 능동부품이 연평균 13% 성장률로 시장을 견인
- 중국은 가입자망의 광 수동부품 중심에서 향후 광 스위치 모듈과 데이터센터용 고속 광 트랜시버용 부품 위주로 성장이 예상됨
- 광 스위치 모듈은 Accelink, Molex, Lumentum, II-VI 등의 선두 기업들이 시장의 약 40%를 차지하고 있음

☐ 코로나 19의 영향으로 인한 공장 가동 중단 등으로 2020년 상반기 광통신 부품 시장은 다소 위축되었으나 화상 회의 등 비대면 서비스의 증가로 하반기에는 회복하기 시작해 2021년 광 트랜시버 시장은 24%의 높은 성장률을 기록할 것으로 전망됨 (Lightcounting, 2020)

[광통신 부품 세계시장 규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
광 트랜시버	4,723	5,212	6,400	8,150	9,322	10,360	12,071	17.0%
능동/수동 광부품	3,315	3,583	4,214	4,906	5,625	6,213	6,610	11.2%
합계	8,038	8,795	10,614	13,056	14,947	16,573	18,681	15.2%

* 출처 : 정보통신기획평가원 2020년 네트워크 기술로드맵

□ 광통신 부품 시장에서 데이터센터 시장이 가장 빠르게 성장하고 있으며 데이터센터용 광 트랜시버 시장의 경우 2020년 28.8억 불에서 연평균 16%씩 성장하여 2024년에는 54억 불의 시장을 형성할 것으로 예측됨 (출처: Omdia 2020)

- 현재는 100Gbps 광부품이 주류를 이루고 있으나 2021년부터 400Gbps 제품이 본격적으로 시장에 진입하기 시작하여 2023년에는 주류를 이룰 것으로 예측됨

- 데이터센터용 광 트랜시버는 100m, 500m, 2km, 10km 등 다양한 전소별로 광 트랜시버가 개발되고 있으며 400Gbps 모듈의 전송 거리별 시장규모는 2km 전송 모듈이 36%로 가장 큰 시장을 형성할 것으로 예측되며 그 뒤를 500m, 100m 모듈이 따를 것으로 예측됨

(2) 국내시장

□ 국내 광통신 부품은 2018년 8,951억 원에서 연평균 6.8% 성장하여 2024년 1조 3,039억 원 규모로 성장할 것으로 전망됨

□ 국내 광통신 부품은 주로 이동통신 시장과 동기화되어 매출이 발생함

- 국내 광부품 매출 순위 1, 2위인 오이솔루션과 라이트론은 광 트랜시버를 주로 생산하는 업체로 10G 이하의 이동통신용 광통신 모듈 제품에 집중되어 있으며 5G 이동통신망 포설을 시작으로 25G급 광 모듈을 상용화함

□ 데이터센터 광부품은 세계적으로 큰 규모의 시장 대비 국내시장은 작은 편이었으나 2025년까지 연평균 15.9%씩 성장하여 일본에 이어 아시아 2위권으로 부상할 것으로 전망되어(2020, 한국데이터센터연합회) 국내 데이터센터 광부품 시장도 활성화가 전망됨

[광통신 부품 국내시장 규모 및 전망]

(단위 : 억 원, %)

구분	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	CAGR
국내시장	8,951	9,560	10,022	10,703	11,431	12,209	13,039	6.8

* 출처 : 한국광산업진흥회, 2020

3. 기술 개발 동향

가. 기술 개발 이슈

◎ 데이터센터용 광 통신부품 및 모듈

☐ 데이터센터 내부 및 데이터센터 간 초고속/대용량 광 전송을 위한 광부품 및 모듈로 광원, 광 수신기 등 핵심 소자 기술과 광 정렬 및 고속 전기신호 전송을 위한 패키징 기술을 포함

☐ 100G 이상급 광 모듈의 국내 자체 생산은 미미한 수준이며, 국내 수요기업은 대부분 해외 업체로부터 수입하여 사용 중임

- 100G 이상 광 모듈 제품군의 경우, 해외 의존도는 모두 100%에 달하는 실정임

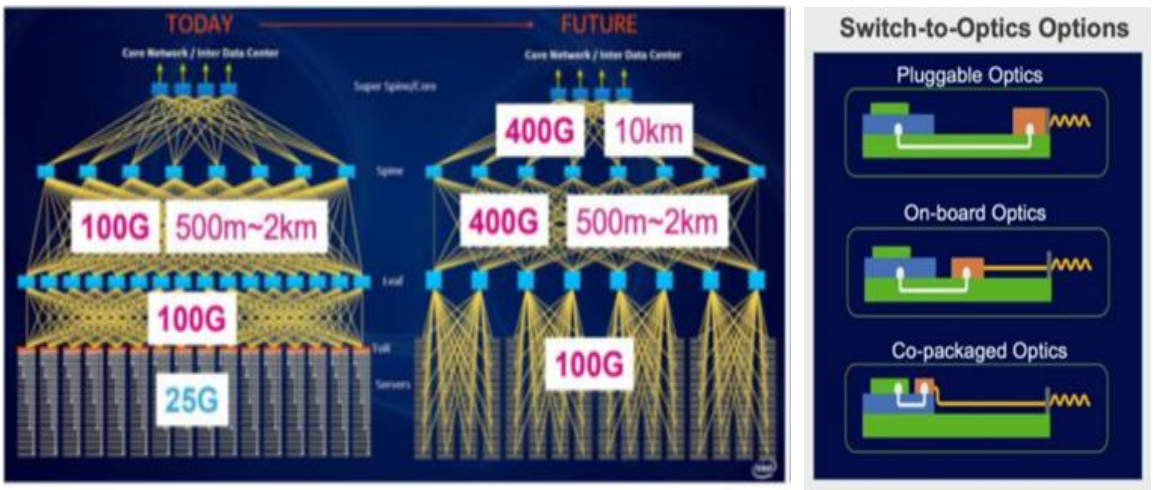
☐ 인공지능 등 데이터센터를 활용하는 다양한 서비스를 수용하기 위해 데이터센터용 광 통신부품은 시장규모나 기술적으로도 가장 빠르게 성장하는 분야임

- 현재 25Gbps 4채널을 이용한 100Gbps 광 모듈이 주류를 이루고 있으나 20201년부터는 100Gbps 4채널을 이용한 400Gbps 광 모듈이 시장에 진입할 것으로 예측됨

- 광원 기술의 확보가 가장 중요하며 현재 100G급 광원을 확보한 곳은 미국, 일본의 일부 회사에 한정되어 본격적인 도입 시 광원 수급의 어려움이 예상되어 국산화 개발이 시급함

☐ 데이터센터용 광부품은 대규모 수요 발생으로 속도뿐 아니라 소형화, 저전력화, 저가격화가 매우 중요하며 이를 위해 기존 광 트랜시버 방식에서 온보드 집적 광학엔진, Co-packaged Optics 등 다양한 형태의 기술 개발이 진행 중임

[데이터센터 내부 통신망 및 광 송수신기 구현 방식]



* 출처 : Intel의 OFC 2017 발표 자료 재구성, Acacia의 OPTINET 2019 발표자료

◎ 이동통신/인터넷용 광통신 부품

□ 이동통신 및 유선 액세스 망에 사용되는 광신호 송수신용 광부품 및 모듈

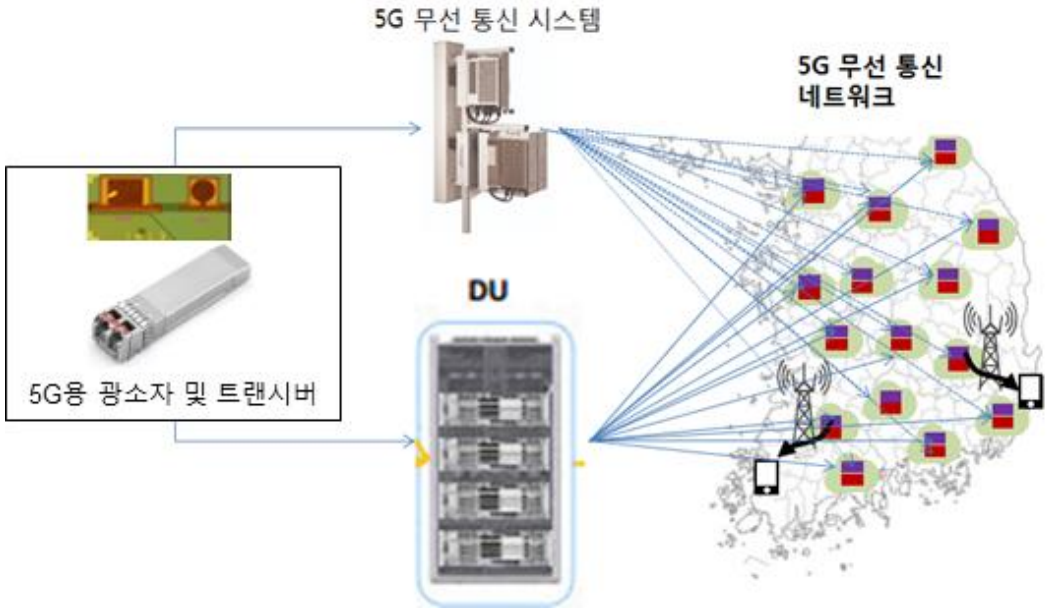
□ LTE, 5G 등의 보급으로 데이터 전송량의 증가로 DU(Digital Unit)와 RU(Radio Unit) 사이를 연결하는 프론트홀 통신을 위한 광 모듈 수요가 급격히 증가하고 있음

- 5G 이동통신망의 도입으로 기존 프론트홀의 통신속도가 25Gbps로 증가하고 있으며 이를 위한 핵심 광소자는 전량 일본에서 수입하고 있음
- 향후 다양한 어플리케이션의 도입으로 지속적인 통신량 증가를 수용하기 위해서는 50Gbps급 광소자 및 모듈의 개발이 필요함

□ 가정이나 사무실에 초고속 인터넷을 공급하기 위한 광가입자망 기술은 현재 최대 10Gbps 속도를 제공하는 서비스가 보급되기 시작하였으며 향후 유, 무선망의 통합으로 발전할 것으로 전망됨

- 현재 10Gbps급 서비스 제공을 위해 10G-PON, TWDM-PON 기술 등이 보급되고 있으며 25/50G-PON의 표준화 및 기술 개발이 진행 중임

[5G 프론트홀용 광 송수신 모듈]



* 출처 : 한국전자통신연구원 광무선원천연구본부

나. 연구 개발 동향

◎ 관련 연구개발 추진 사례

☐ ((주)하이쏠라) 5G 광통신 부품 용 Faaday otato 기판 가공기술 개발

■ 중소벤처기업부의 '중소기업기술혁신개발사업(시장확대형) (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

☐ (한국전자통신연구원) 모바일/인터넷 액세스 광 링크용 NRZ 50G/PAM4 100G급 광소자 부품 기술 개발

■ 과학기술정보통신부의 '방송통신산업기술개발 (2021~2024)' LAN-WDM 파장 지원 (1파장 이상), 파장당 NRZ 50G/PAM4 100G급 광 링크 지원, 모바일 액세스 광 링크 지원, MSA 표준 광부품/모듈 적용 등

☐ ((주)에치에프알) 5G 이동통신 RoF 시스템을 위한 28 GHz 아날로그 광모듈 개발

■ 과학기술정보통신부의 'ICT R&D 혁신 바우처 지원 (2020~2021)' 28 GHz 아날로그 광모듈 기술 개발을 통해 CPRI 기반의 5G 이동통신 시스템의 전송 기술 개선하여 In-building 중계 시스템 개발에 적용

☐ ((주)오이솔루션) 언택트서비스용 대용량 트래픽 전송을 위한 5G 프론트홀 광송신 모듈 기술 개발

■ 과학기술정보통신부의 '5G기반 장비단말부품 및 디바이스 기술개발 (2020~2022)' 비대면 서비스의 활성화를 위해 요구되는 5G 프론트홀 및 모바일용 NRZ 25Gbps급 O-band EML 광소자 칩 및 TOSA 생산 기술개발

☐ (ETRI) 5G 네트워크용 광통신 핵심부품 20종 개발(2020)

■ 25Gbps 광원소자 및 수광소자, 광모듈 등 20종의 광통신 제품을 개발하고 이 중 11종을 상용화시킴

■ ETRI 호남권연구센터는 ㈜오이솔루션, ㈜엘디스, ㈜코셋, ㈜옵텔라, ㈜지오스테크놀러지, ㈜켐옵틱스, ㈜우리로, 옵티시스㈜ 등 8개의 광통신 부품 기업과 함께 지난해부터 '지능정보 네트워크용 광통신 부품 상용화 사업'을 추진, 5G 네트워크 광통신 부품 개발 및 상용화에 나서고 있음

다. 핵심 플레이어 동향

(1) 해외 플레이어 동향

☐ 국제적으로 선진 광 모듈 생산 기업들은 인수합병(M&A)을 통한 부품 공급체계 수직계열화(Vertical Integration)로 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 기업들간의 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

☐ (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 확보하고 있음

☐ (Lumentum) 세계 2위의 광부품업체로 II-VI와 마찬가지로 광통신 부품 전 영역에서 강점을 보이고 있으며 Oclaro 인수를 통해 광원 관련 세계 최고의 기술력을 확보하고 있음

☐ (Broadcom) 세계 최고 수준의 전자소자 제조업체로 가입자망, 데이터센터용 광소자 및 광부품을 생산하고 있으며 광 트랜시버 시장도 참여하고 있음

☐ (Sumotomo) 전통적으로 반도체 광소자 관련 높은 기술력을 확보하고 있으며 광 모듈뿐 아니라 광소자 칩을 직접 주요 광 트랜시버 업체에 공급하고 있음

☐ (Acacia) 코히어런트 기반의 하이앤드 광 트랜시버 생산업체로 실리콘 포토닉스 기술과 디지털 신호처리 기술을 활용하여 새로운 강자로 부상하고 있으며 2019년 시스코에 합병되었으나 독립적인 사업을 진행 중임

☐ (Intel) CPU의 세계 최고 기업인 인텔은 2000년대 중반부터 실리콘 포토닉스 기술개발을 시작하여 데이터센터용 광 트랜시버 부분에서 두각을 나타내고 있음

☐ 중국 광통신 부품 기업들은 제조경쟁력 확보를 통한 클라우드 서비스 기업과의 공급망 강화로 글로벌 기업으로 급성장하고 있음

- 중국의 Innolight는 2014년 클라우드 서비스 기업인 Google로부터 3천8백만 달러를 투자받아 2019년 Global Top10 진입 성공

(2) 국내 플레이어 동향

□ 광통신 부품 기술은 주로 연구소를 통해 개발되고 있으며 기술이전 등을 통해 상용화 지원이 이루어지고 있음

■ ETRI는 이동통신 프론트홀용 25G EML 및 데이터센터용 100G, 400G용 광원 및 광 부품을 개발을 통해 세계 최고 수준의 기술력 확보하고 있음

□ 국내에는 광통신 부품업체는 규모는 크지 않으나 경쟁력을 보유하고 있으며 최근 국내 이동통신 시장의 확대와 세계적인 데이터센터 시장 확장에 힘입어 성장하고 있음

□ (오이솔루션) 유선 및 무선 통신 사용되는 광 트랜시버를 생산하는 업체로 10Gbps 광 모듈을 주력으로 하며 25Gbps 이상 제품의 비중을 높여가고 있음

■ 최근에는 광 트랜시버에 장착되는 레이저 다이오드 개발을 시작하여 상용화를 준비하고 있음

□ (라이트론) 주로 광 트랜시버를 생산하는 업체로 광 가입자 및 프론트홀용 제품을 판매하고 있으며 CATV용 광 모듈도 상용화 중임

□ (코셋) 광섬유 증폭기를 위한 펌핑용 레이저 다이오드 모듈을 주로 생산하는 업체

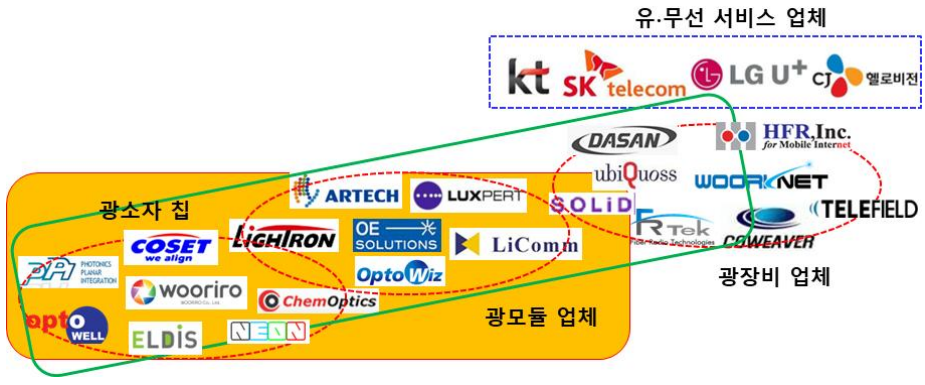
■ 데이터센터용 광 트랜시버에 사용되는 광부품(TOSA, ROSA) 개발 및 상용화를 진행 중이며 최근에는 100G 광 트랜시버 제품도 출시함

□ (우리로) PLC 기반의 광 분배기 생산업체로 광 수신기 업체를 합병하여 광 수신기 부문에 경쟁력을 확보하고 있음

■ 특히 최근에는 양자암호통신용 광 수신기에서 세계 최고 수준의 기술력을 확보함

□ (피피아이) PLC 기반의 광 분배기 생산업체였으나 최근에는 데이터센터에 사용되는 파장 다중화기 판매를 통해 해외시장에 진출함

[국내 광통신 산업 생태계]



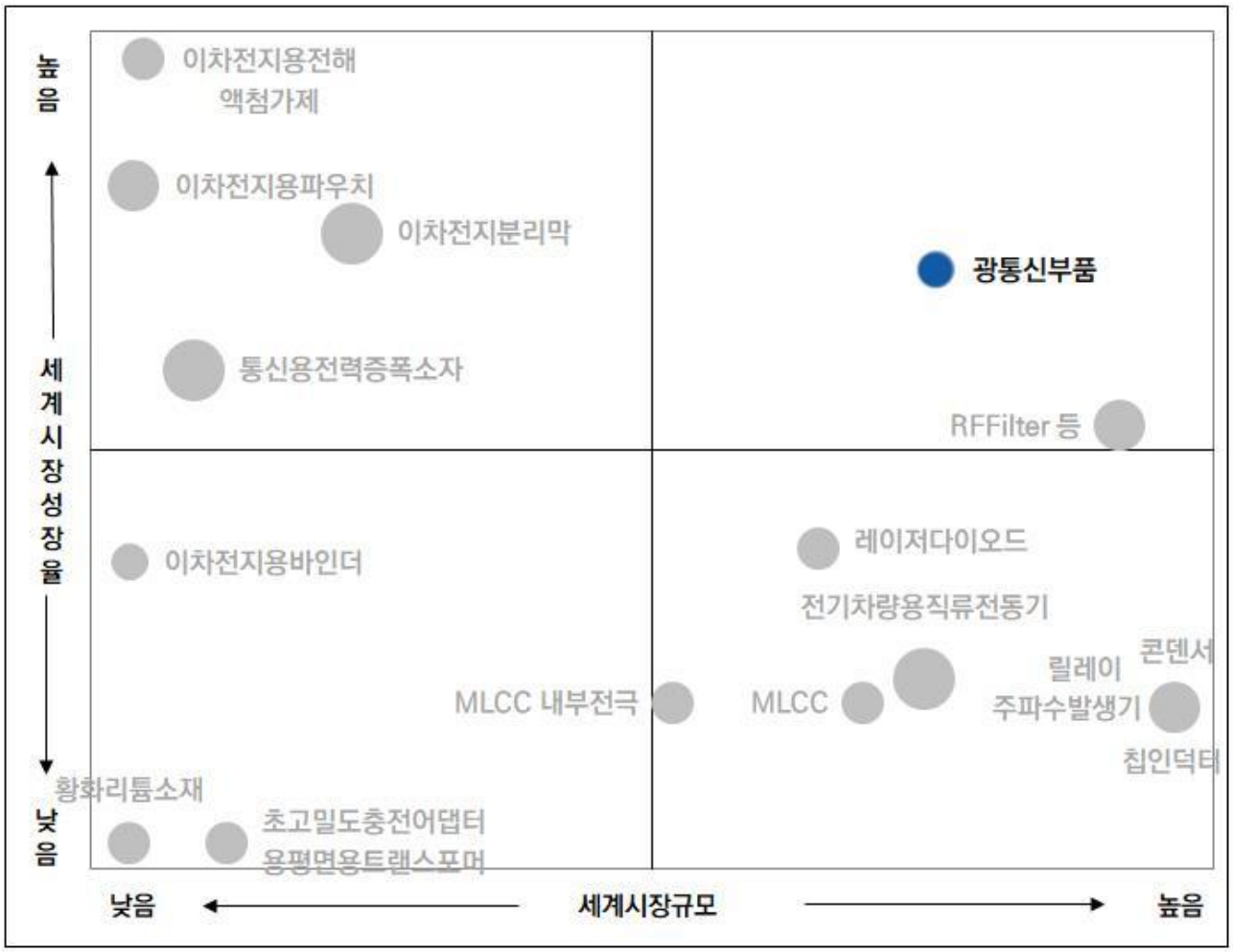
* 출처 : 한국전자통신연구원 광무선원천연구본부

4. 공급망 분석

가. 시장 매력도

☐ 광통신부품은 세계시장규모도 크고 세계시장성장율이 높아 시장 매력도가 매우 높은 품목으로 나타남

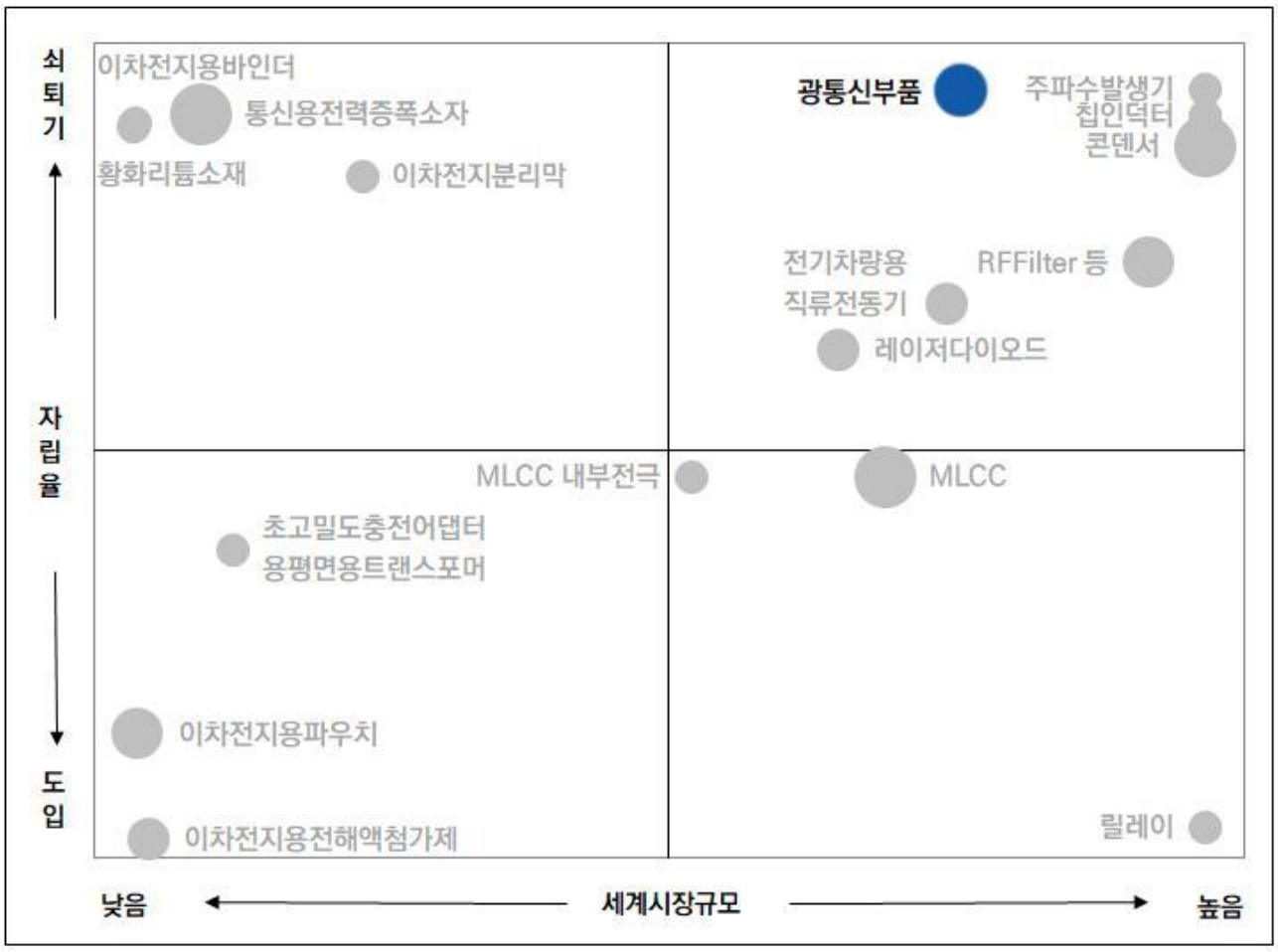
(원크기 : 수익률)



나. 생산 공백 정도

☐ 광통신부품은 세계시장규모가 크고 자립율이 높게 나타나 생산 공백이 없는 것으로 나타남

(원크기 : 종사자수)

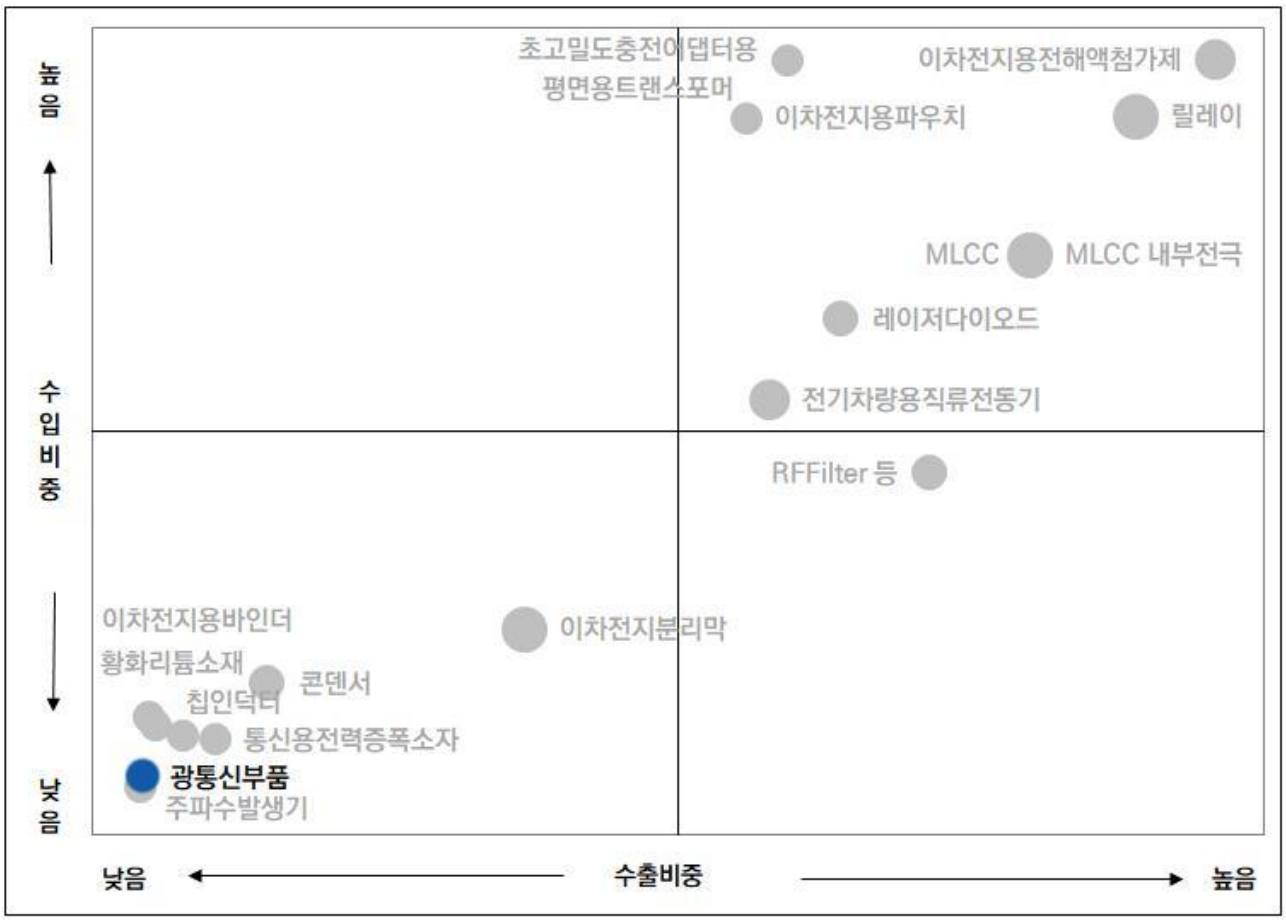


주 : 자립율 : 1-수입비중

다. 해외 지향성

□ 광통신부품은 수출비중과 수입비중이 모두 낮아 국내시장 위주의 품목으로 나타남

(원크기 : 수출액)

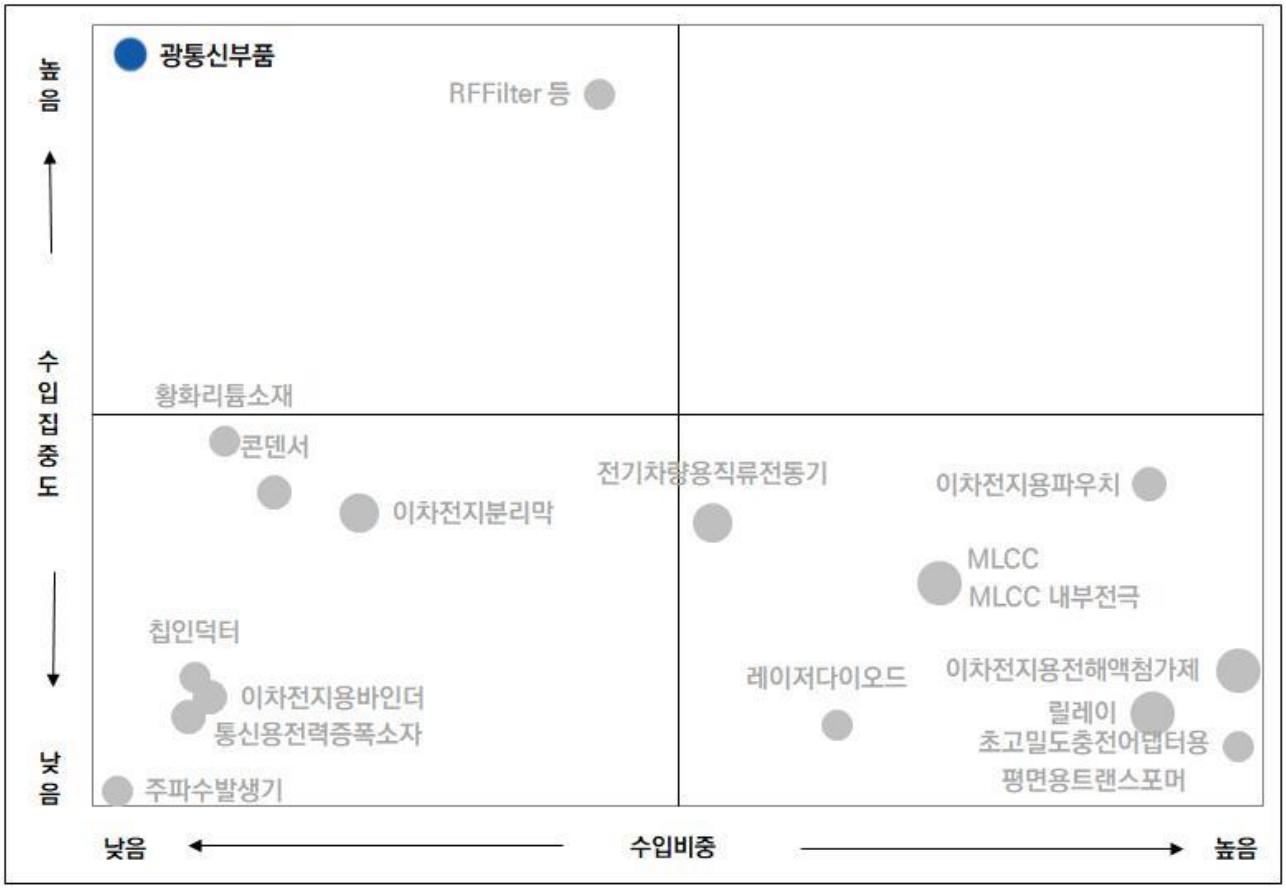


주 : (1) 수출비중 = 수출액/생산액주 (2) 수입비중 = 수입액/내수액

라. 수입 리스크

□ 광통신부품은 수입비중이 낮은 반면 수입 집중도는 높게 나타나 수입 리스크가 존재하는 것으로 나타남

(원크기 : 수입액)

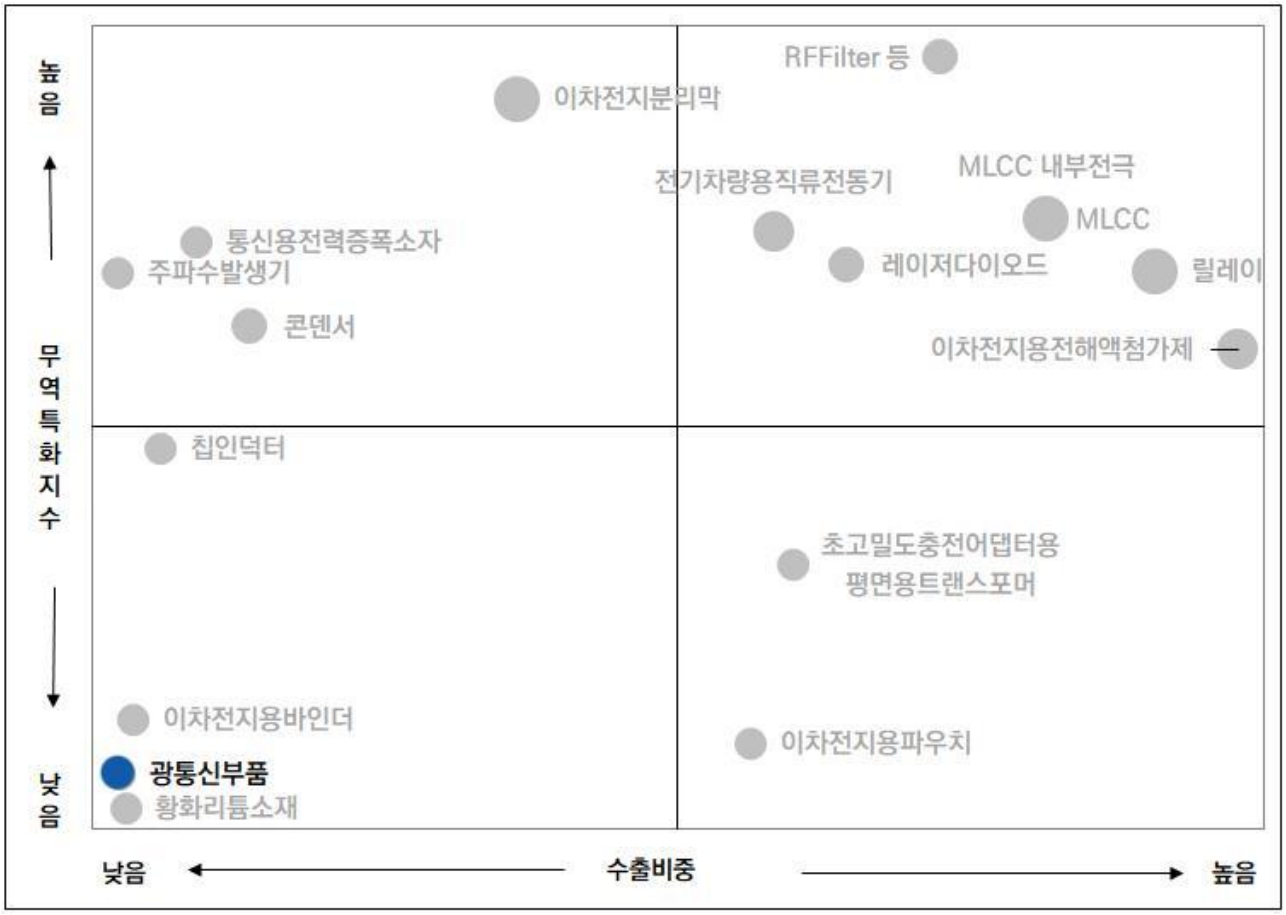


주 : 수입집중도(HHI지수) = (제1수입국 수입비중)² + (제2수입국 수입비중)² + (제3수입국 수입비중)²

마. 수출산업화

□ 광통신부품은 수출비중과 무역특화지수가 모두 낮아 수출산업화 잠재력이 낮은 품목으로 나타남

(원크기 : 수출액)

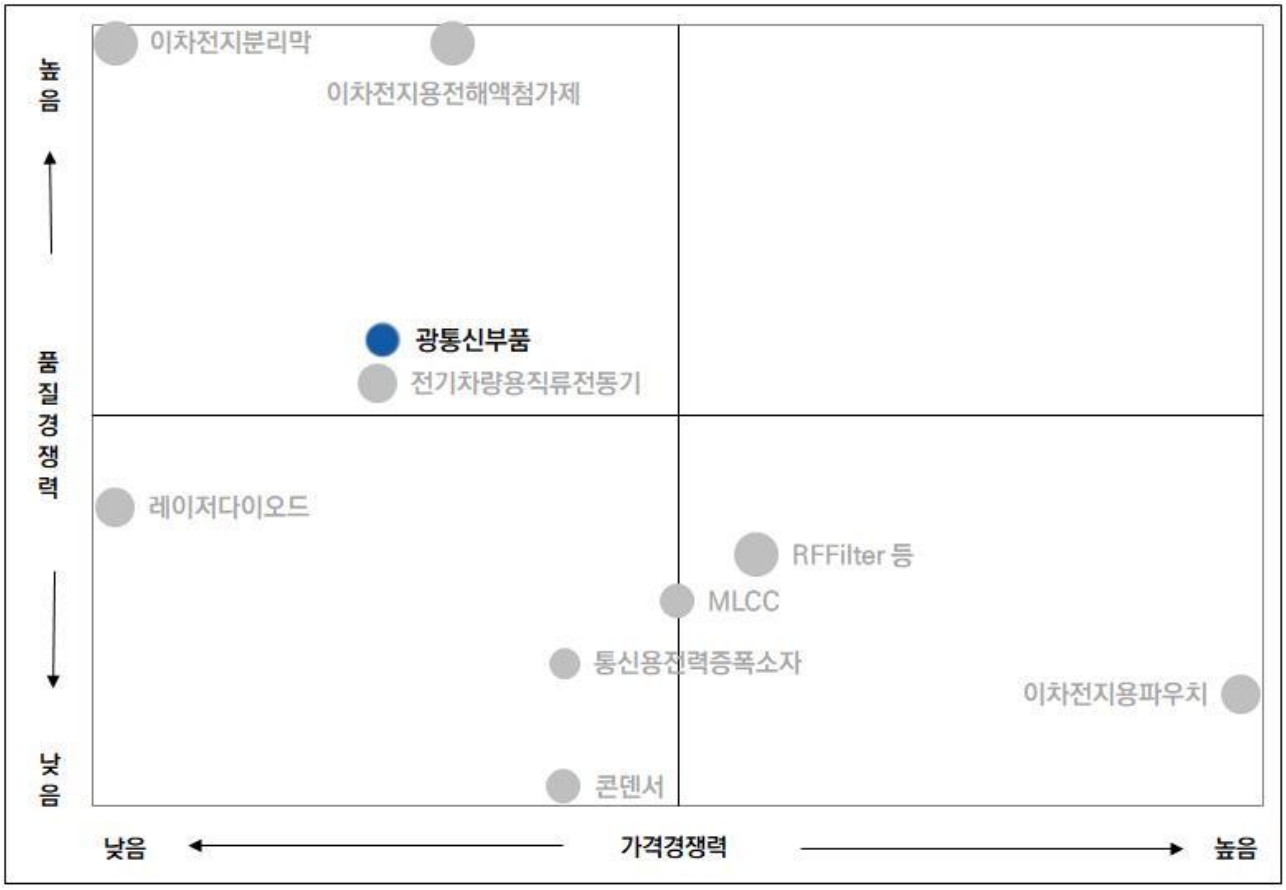


주 : 무역특화지수 = (수출액-수입액) / (수출액 + 수입액)

바. 경쟁력 현황

☐ 광통신부품은 가격경쟁력은 낮지만 품질경쟁력높아 선진국 대비 경쟁력이 높은 품목으로 나타남

(원크기 : 선진국 대비 기술 수준)



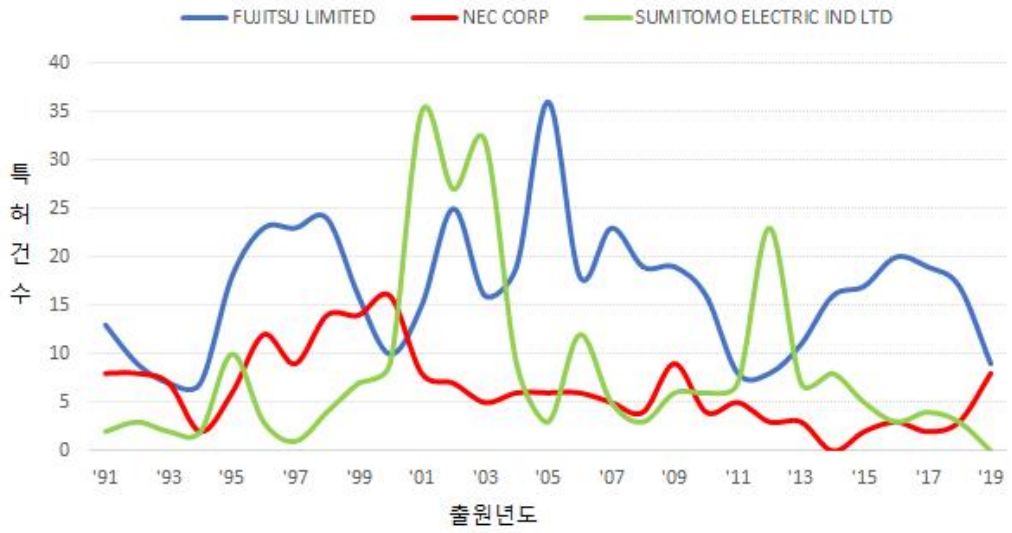
5. 주요 플레이어 특허동향

가. 해외 플레이어 특허 동향

(1) 출원 동향

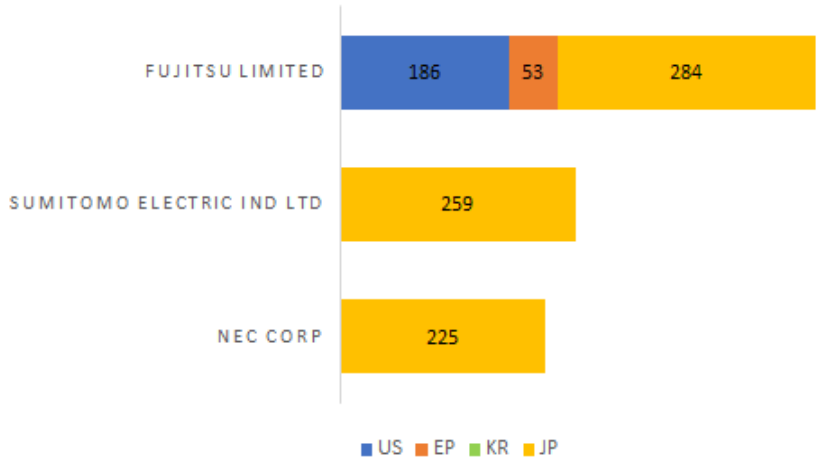
☐ 연도별 출원 동향

■ 해외 주요 플레이어 각각의 출원 동향을 살펴보면, FUJITSU, SUMITOMO ELECTRIC 및 NEC은 모두 1990년대부터 꾸준한 출원 양상을 보이며, 특히 2000년대에 접어들면서 출원 건수가 급격히 증가하였음



☐ 국가별 출원 동향 (건수)

■ 해외 주요 플레이어 각각의 국가별 출원동향을 살펴보면, 공통적으로 자국에 집중적인 출원이 이뤄지고 있는 것으로 나타났으며, FUJITSU는 주요시장국에 모두 출원을 진행한 것으로 나타나 해외 시장을 중요하게 보고 있는 것으로 판단됨

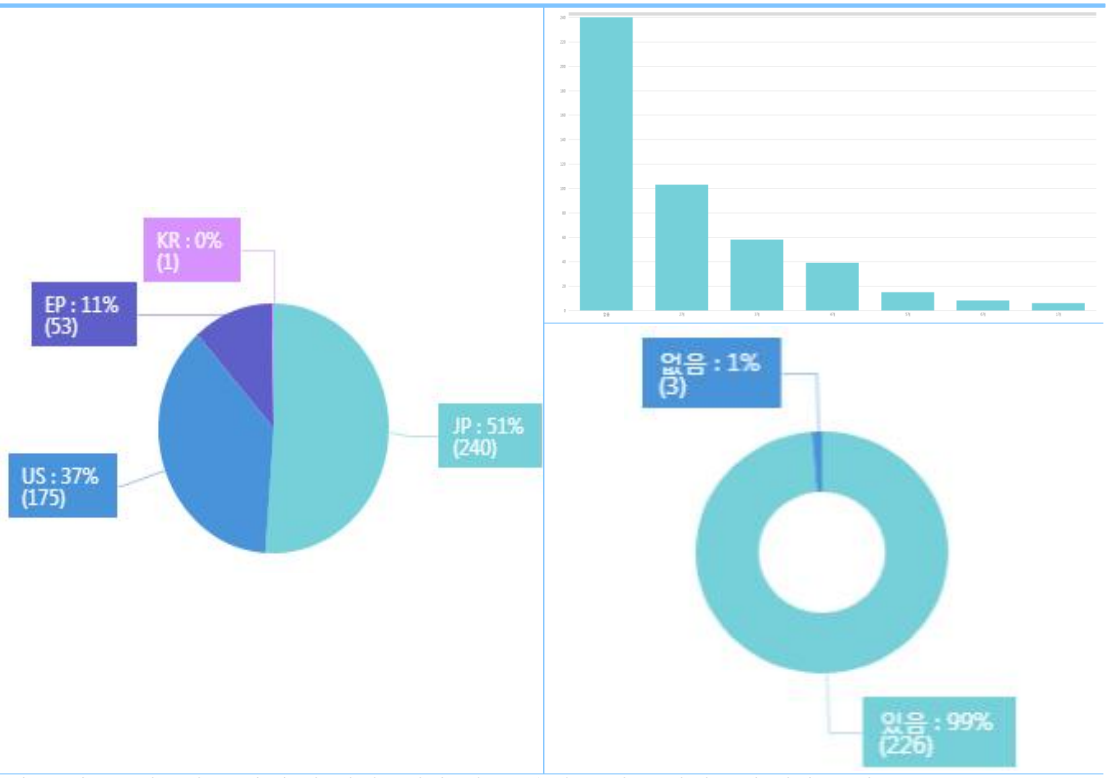
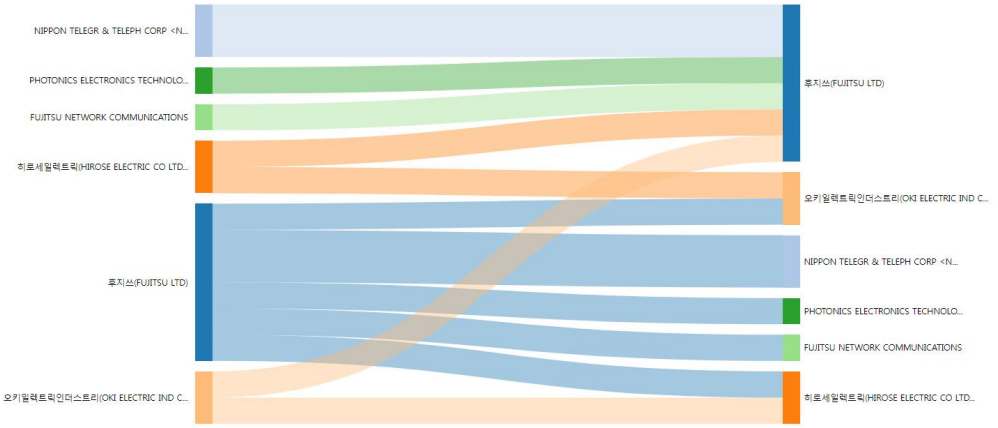


(2) 해외 플레이어 심층분석[1)]

◎ 해외 대표 플레이어 심층 분석 – FUJITSU

■ 1990년대 부터 꾸준한 출원을 진행 중임 (총 특허 출원 : 523건)

[FUJITSU 심층 분석]

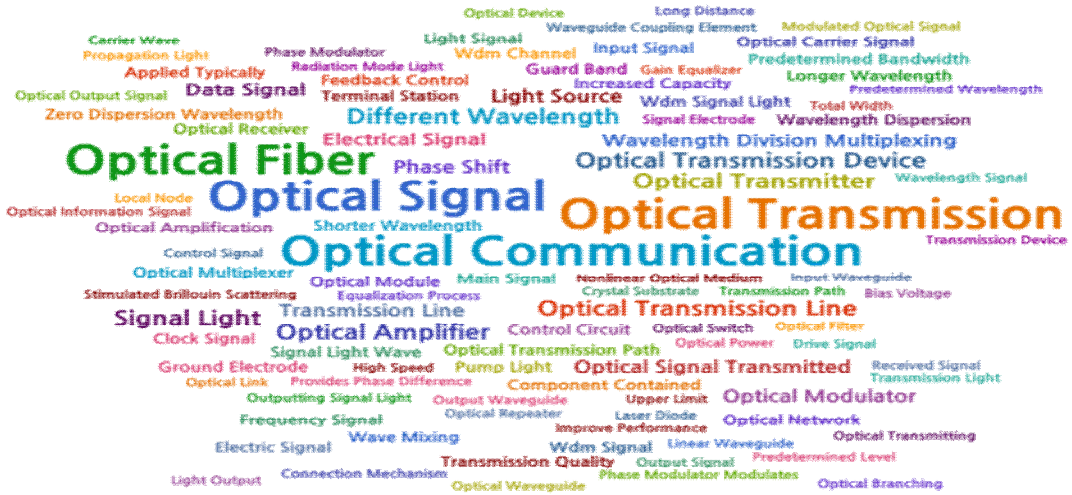
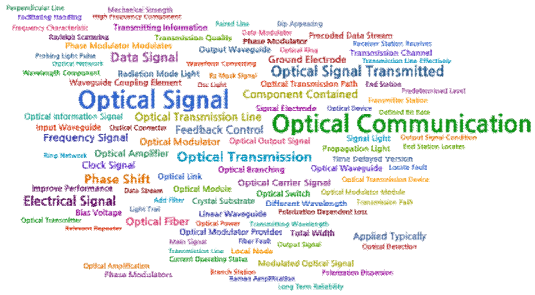
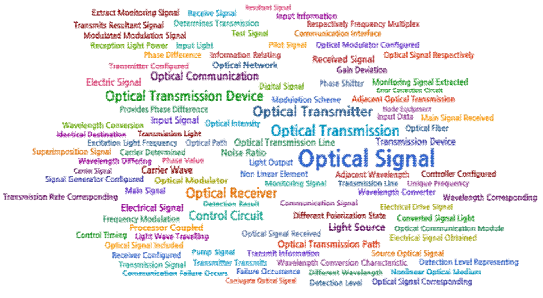
특허 활동도 및 패밀리 국가수	 •자국(일본) 위주의 특허 출원 진행중이나 미국, 유럽 등의 국가에도 출원하고 있음 •전체 출원건 수의 대다수를 패밀리 특허 출원함
공동출원인 관계도	 •오키일렉트릭인터스트리, Nippon Telegr & Teleph corp, Photonics electonics technology 등의 기업과 공동 출원한 이력이 확인

1) PAJ(일본영문초록) 및 과거분이 분석에는 활용되지 않아, 그래프 결과와 분석 결과 간의 건수 차이가 존재할 수 있음

■ 전체 구간의 주요 키워드는 광통신 부품에 사용되는 Optical Signal, Optical Communication, Optical Transmission, Optical Fiber, Optical Transmission Line 등의 키워드가 도출되는 것으로 분석

■ 1구간(2001년~2010년)에서는 Optical Signal Transmitted, Electrical Signal 등의 키워드가 도출되었으며, 2구간(2011년~2019년)에서는 Optical Communication 등의 데이터센터용 광모듈 기술과 관련된 키워드가 다수 도출된 것으로 분석

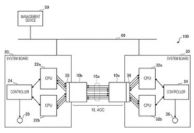
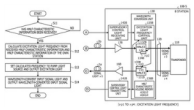
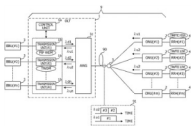
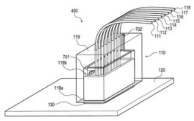
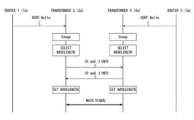
[FUJITSU 기술집중도]

<table>
<tr><td rowspan="4">스마트
클라우드</td><td colspan="2">전체구간(1991년~2019년)</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">•Optical Signal, Optical Communication, Optical Transmission, Optical Fiber, Optical Transmission Line, Optical Amplifier, Signal Light, Optical Transmitter, Optical Transmission Device, Different Wavelength</td></tr>
<tr><td>1구간(2001년~2010년)</td><td>2구간(2011년~2019년)</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>•Optical Signal, Optical Communication, Optical Transmission, Optical Signal Transmitted, Data Signal, Phase Shift, Electrical Signal, Optical Transmission Line, Frequency Signal, Optical Fiber</td><td>•Optical Signal, Optical Transmission, Optical Transmitter, Optical Transmission Device, Optical Receiver, Control Circuit, Light Source, Optical Communication, Optical Transmission Path, Transmission Device</td></tr>
</table>

◎ 주요 등록 특허

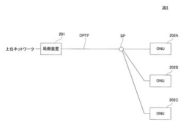
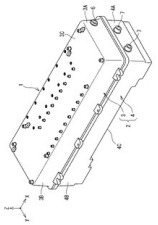
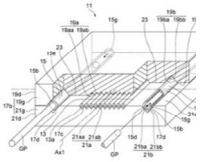
☐ FUJITSU

[FUJITSU 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US 10771150 (2019.10.01)	Parallel processing apparatus and replacing method of failing optical transmission line	정보처리장치를 채널을 가지는 광 전송로를 통하여 상호적으로 커플링되게 하는 병렬 처리 장치	
US 10571775 (2019.09.13)	Optical transmission apparatus, optical transmission system, and method of controlling excitation light frequency	전환 신호 라이트, 제 2 정보가 수신되을 때 제 1 정보와 제 2 정보를 이용하는 광학 전송 장치	
US 10763986 (2019.08.06)	Transmission device, optical termination device, transmission system, and transmission method	각각의 다른 후보자에 대응하는 BBU와 RRH 간의 커뮤니케이션을 가능케 하는 전달 장치	
US 10718907 (2019.01.30)	Holding member and optical module	반도체 기판을 형성된 광 회로에 연결하는 광섬유를 유지하는 구성된 유지 부재	
US 10659184 (2018.12.19)	Optical transmission device, optical transmission method and optical transmission system	제 1 사이트에 마련되는 광 전달 장치	

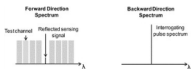
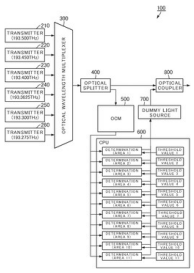
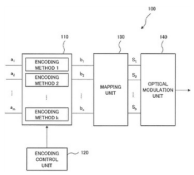
☐ SUMITOMO ELECTRIC

[SUMITOMO ELECTRIC 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
JP 6575648 (2018.08.20)	광 트랜시버, 광통신 장치, 및 수광 소자의 제어 방법	수광 소자로의 바이어스 전압을 양호하게 조정하는 것이 가능한 광 트랜시버, 광통신 장치	
JP 6536700 (2016.02.12)	광 트랜시버의 방열 장치 및 광통신 장치	복수의 광 트랜시버로부터의 발열을 방열하는 광 트랜시버의 방열 장치	
JP 6597193 (2015.11.02)	광통신 장치를 제작하는 방법, 광접속 부품, 광통신 장치	안정적인 광결합을 가능하게 하는 광접속 부품	

☐ NEC CORP

[NEC CORP 주요특허 리스트]

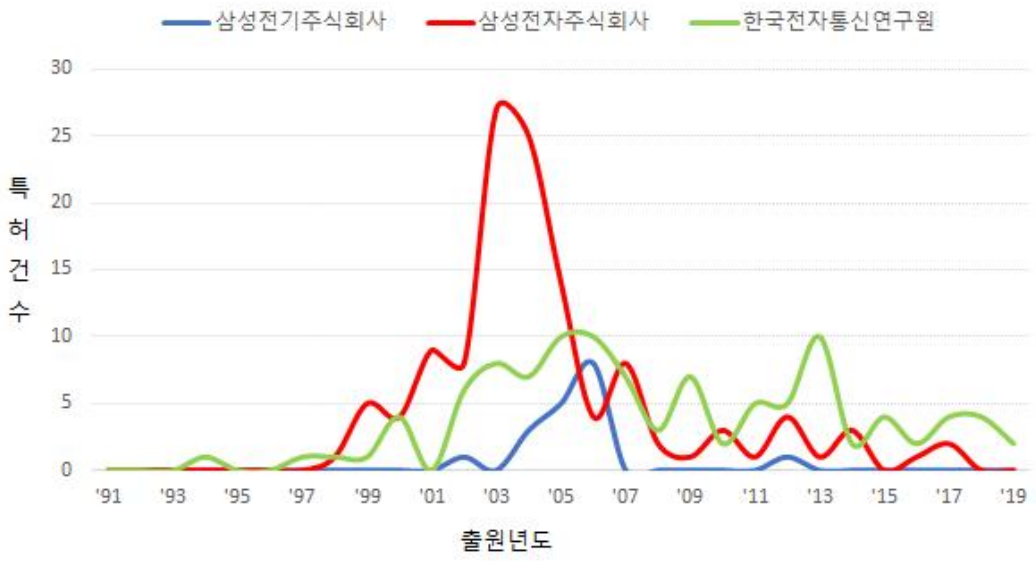
등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US 10763964 (2019.06.27)	Bidirectional optical communication and sensing wdm architecture using same fiber transmission band	두방향으로 작용한 똑같은 파이버 전송 밴드를 이용한 광섬유 전송과 감지 WDM 구조	
US 10805003 (2019.06.13)	Optical signal monitor, optical wavelength multiplexing transmitter, and method for monitoring optical signal	다수의 주파수 그리드가 믹싱된 광 신호로 구성된 파장 다중형 광학 신호를 처리하는 광 신호를 모니터링하기 위한 광 신호 모니터	
US 10693560 (2019.06.11)	Optical transmitter, optical communication system, and optical communication method	디지털 신호를 이용하여 광학적 코드 변조 장치	

나. 국내 플레이어 특허 동향

(1) 출원 동향

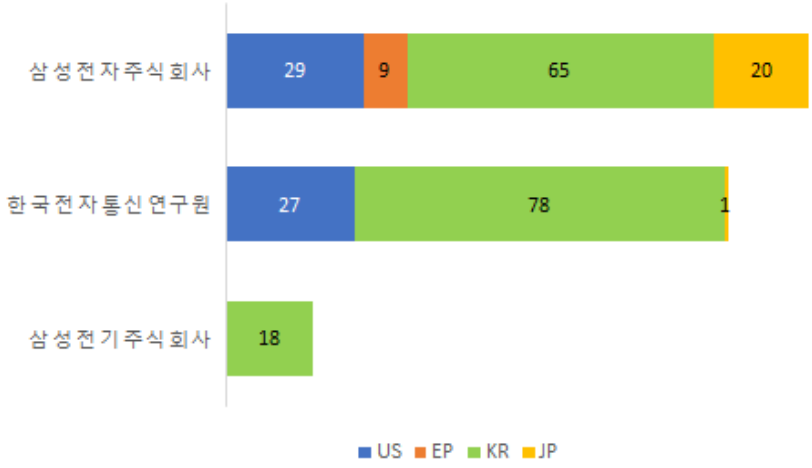
☐ 연도별 출원 동향

■ 국내 주요 플레이어 각각의 출원 동향을 살펴보면, 삼성전자 및 한국전자통신연구원이 2000년대 초반 이후 꾸준히 출원하고 있으며, 삼성전기는 2000년대 중반에 가장 활발한 출원양상을 보였으나 2010년대 이후로 출원이 거의 확인되지 않음



☐ 국가별 출원 동향 (건수)

■ 국내 주요 플레이어 각각의 국가별 출원 동향을 살펴보면, 3개의 기업 모두 자국 내 출원 경향이 강하게 나타남. 그러나 삼성전자와 한국전자통신연구원은 미국 또는 일본에도 다수의 출원을 진행하였음

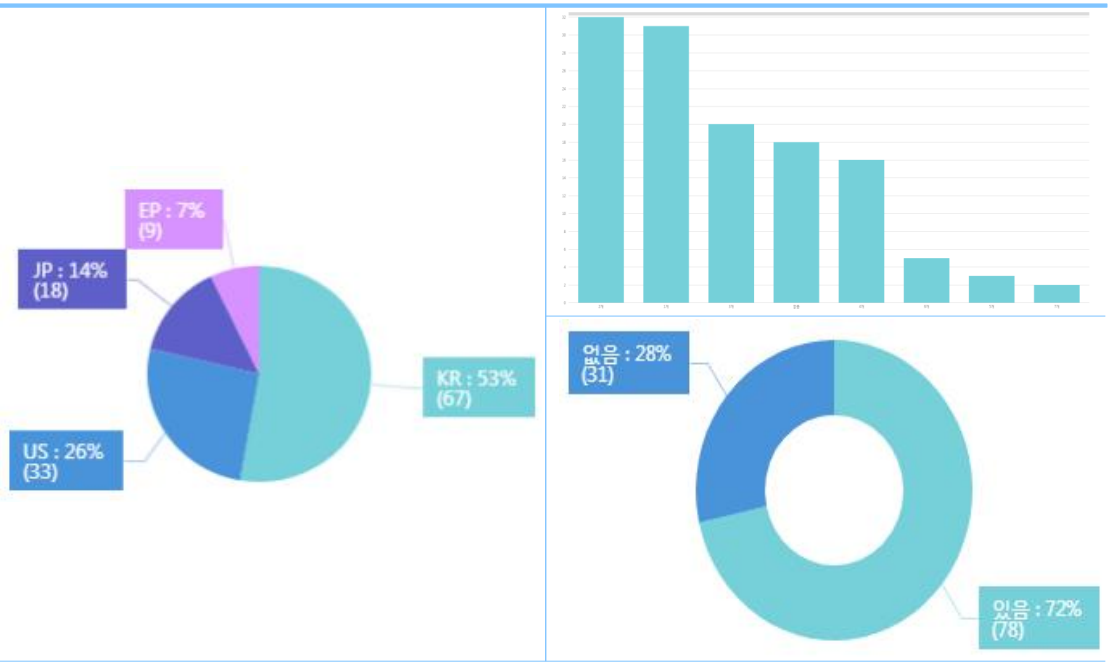
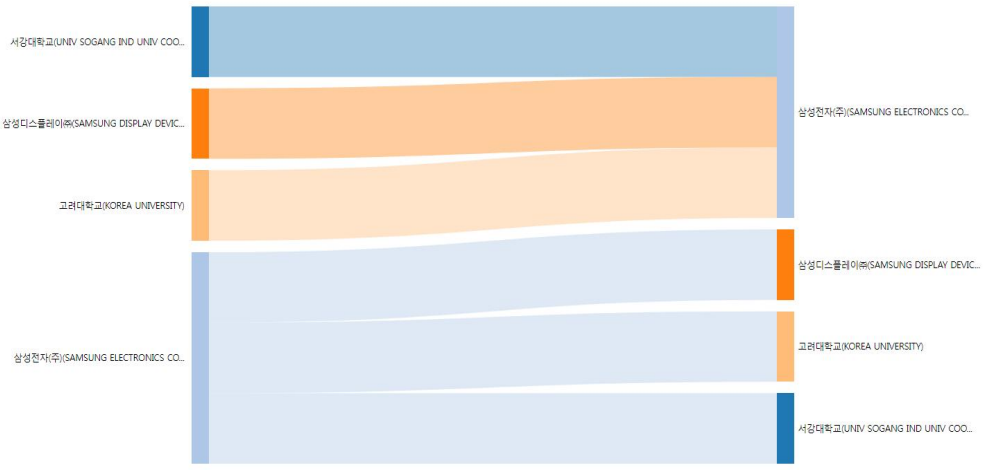


(2) 국내 플레이어 심층 분석[2)]

◎ 국내 대표 플레이어 심층 분석 – 삼성전자

■ 2000년대 초반 이후 꾸준히 출원 활동 진행함 (총 특허 출원 : 123건)

[삼성전자 심층 분석]

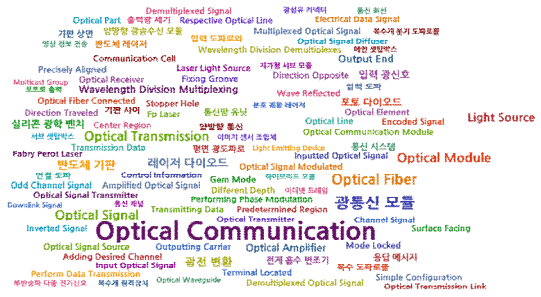
특허 활동도 및 패밀리 국가수	 ●자국 이외에 주요 시장국에도 출원활동 진행 ●다수의 패밀리특허 출원을 통한 해외시장 진입
공동출원인 관계도	 ●삼성디스플레이, 고려대학교 및 서강대학교와 공동 출원한 이력이 확인

2) 과거분이 분석에는 활용되지 않아, 그래프 결과와 분석 결과 간의 건수 차이가 존재할 수 있음

■ 전체 구간의 주요 키워드는 광통신 부품에 사용되는 Optical Communication, 광통신 모듈, Optical Signal, Optical Fiber, Optical Module 등의 키워드가 도출되는 것으로 분석

■ 1구간(2001년~2010년)에서는 광전 변환, Light Source 등의 키워드가 도출되었으며, 2구간(2011년~2019년)에서는 Wavelength Control, 실리콘 엘라스토머, 실리콘 멤브레인 등의 파장 가변 광통신용 광원 기술과 관련된 키워드가 다수 도출된 것으로 분석

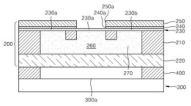
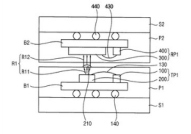
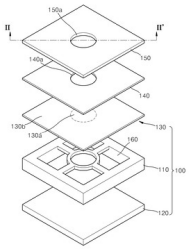
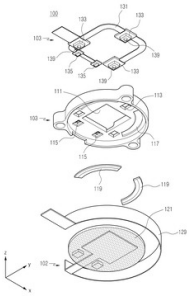
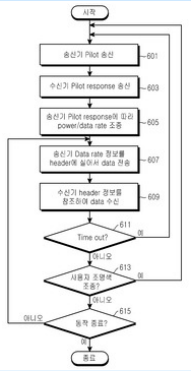
[삼성전자 기술집중도]

<table>
<tr><td rowspan="4">스마트
클라우드</td><td colspan="2">전체구간(1991년~2019년)</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">•Optical Communication, 광통신 모듈, Optical Signal, Optical Fiber, Optical Module, Light Source, Optical Transmission, 광전 변환, 레이저 다이오드, 반도체 기판</td></tr>
<tr><td>1구간(2001년~2010년)</td><td>2구간(2011년~2019년)</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>•Optical Communication, 광통신 모듈, Optical Fiber, Optical Module, Optical Signal, Optical Transmission, 광전 변환, 레이저 다이오드, Light Source, 반도체 기판</td><td>•Transmission Light, 집적 회로, 파장 다중, 가변초점 렌즈 구조체, Wavelength Control, Data Pattern, 파장 제어부, 실리콘 엘라스토머, 실리콘 멤브레인, 복수 집적 회로</td></tr>
</table>

◎ 주요 등록 특허

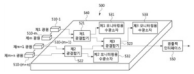
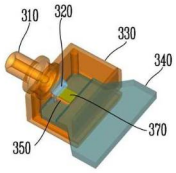
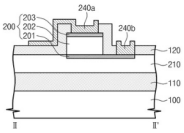
☐ 삼성전자

[삼성전자 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR 1843085 (2017.10.24)	광학렌즈 모듈 및 그 제조방법	광학렌즈 모듈 및 그 제조방법	
KR 2008909 (2012.05.04)	광 커넥터 및 이를 구비하는 스택 모듈	광도파 수단 없이 광신호의 직접 전송에 의해 데이터를 전송하는 광 커넥터	
KR 1826745 (2010.12.14)	가변초점 렌즈 구조체 및 그 제조방법과, 광학렌즈 모듈 및 그 제조방법	변초점 렌즈 구조체 및 그 제조방법과, 광학렌즈 모듈 및 그 제조방법	
KR 1573073 (2009.06.03)	카메라 렌즈 모듈의 손떨림 보정 장치	디지털 카메라 또는 이동통신 단말기 등에 장착된 카메라 렌즈 모듈을 통해 피사체를 촬영하는 중 손떨림에 의해 흐트러지는 영상을 보정하는 손떨림 보정 장치	
KR 1412796 (2008.01.11)	무선 가시광 통신 시스템에서 데이터 전송 장치 및 방법	선 가시광 통신 시스템에서 파장 분할 병렬(Wavelength Division Multiplexing : WDM) 방식을 이용하여 정보를 전송하는 장치 및 방법	

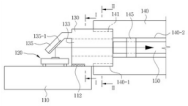
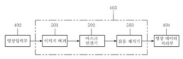
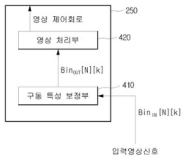
□ 한국전자통신연구원

[한국전자통신연구원 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR 2126238 (2017.11.09)	광통신 시스템에서 광신호를 송신하기 위한 송신기 및 그의 동작 방법	광통신 시스템에서 광신호를 송신하기 위한 송신기 및 그의 동작 방법	
KR 1940723 (2015.11.25)	파장 분할 다채널 광 모듈 및 그 제작 방법	하나의 광섬유를 이용하여 복수 파장의 광 신호를 송신하거나 수신하거나 또는 송수신할 수 있는 양방향 광 모듈	
KR 2163885 (2015.01.14)	전계흡수 광변조 소자 및 그 제조 방법	실리콘 반도체 전계흡수 광변조 소자 및 그 제조 방법	

☐ 삼성전기

[삼성전기 주요특허 리스트]

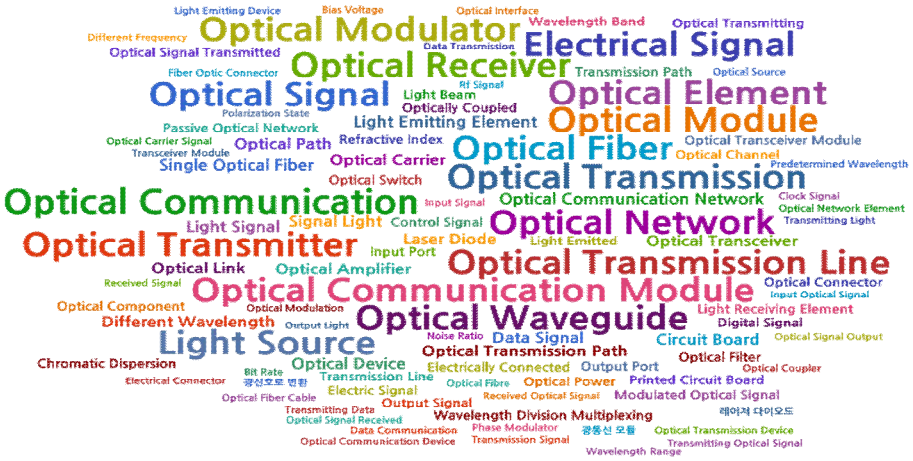
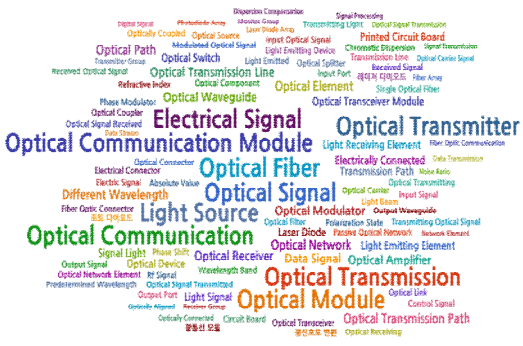
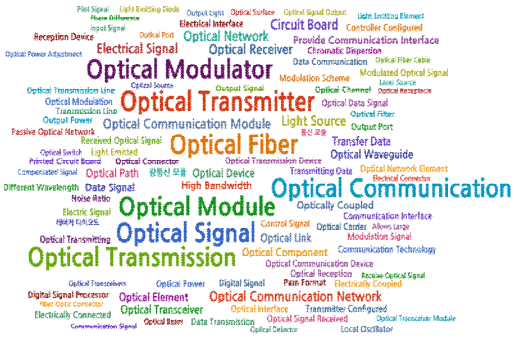
등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR 1388756 (2012.06.27)	광 커넥터 및 이를 구비한 광 모듈	실리콘 광학 벤치를 사용하지 않고 광소자와 광 화이버 사이의 안정적인 광 결합을 이룰 수 있는 광 모듈	
KR 0878930 (2006.09.25)	회절형 광변조기를 이용한 디스플레이 시스템에 있어서 소비전력 절감 장치	특정 픽셀의 영상 신호에 대하여 주위의 영상 신호와 비교하여 급격한 영상 신호의 변화가 감지되는 경우에 잡음이 존재하는 것으로 간주하여 잡음을 제거하는 소비전력 절감 장치	
KR 0861344 (2006.09.01)	광변조기를 포함하는 디스플레이 장치 및 영상 제어 방법	광변조기의 2차 시스템적인 구동 특성에 의한 오차를 보상하는 영상 제어 회로	

다. 특허기반 기술이슈 도출

◎ 주요 플레이어 키워드 분석(국내외 6개사)

- 전체 구간의 주요 키워드는 광통신 부품에 사용되는 Optical Signal, Optical Fiber, Optical Communication, Optical Transmitter, Optical Transmission 등의 키워드가 도출되는 것으로 분석
- 구간별 분석에서 1구간(2001년~2010년)과 2구간(2011년~2019년)에서 도출되는 키워드가 크게 상이하지 않은 것으로 보아, 기존의 광통신 부품의 효율을 향상하기 위한 기술 개발이 주를 이루는 것으로 분석

[특허 키워드 변화로 본 기술개방 동향 변화]

<table>
<tr><td rowspan="4">스마트
클라우드</td><td colspan="2">전체구간(1991년~2019년)</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">•Optical Signal, Optical Fiber, Optical Communication, Optical Transmitter, Optical Transmission, Optical Module, Optical Receiver, Electrical Signal, Optical Communication Module, Light Source</td></tr>
<tr><td>1구간(2001년~2010년)</td><td>2구간(2011년~2019년)</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>•Optical Signal, Optical Fiber, Optical Communication, Optical Transmission, Optical Transmitter, Optical Module, Optical Communication Module, Electrical Signal, Light Source, Optical Waveguide</td><td>•Optical Signal, Optical Communication, Optical Fiber, Optical Transmitter, Optical Module, Optical Modulator, Optical Transmission, Optical Receiver, Optical Communication Module, Electrical Signal</td></tr>
</table>

6. 전략제품 기술 개발 전략

가. 중소기업 기술 개발 전략

❑ 광통신 부품은 높은 기술적 난이도로 공급자가 한정된 시장으로 핵심 소자의 국산화를 통한 수입대체 및 글로벌 시장 진출의 가능성이 높음

❑ 광통신 부품은 기존 멀티미디어 통신과 더불어 향후 인공지능, AR/VR 등 대용량 데이터 기반 서비스를 구현을 위해 폭발적인 성장이 예상되어 정부 차원의 지원이 필요함

❑ 중소기업 중심의 산업구조의 특성상 산·연 연계를 통한 조기 기술 확보 및 상용화 추진을 통한 Time-to-market 전략 필요

❑ 국내에서는 5G 이동통신의 세계 최초 운용에 이점으로 이동통신망에 대한 투자 활발히 진행되고 이를 위한 광통신 부품 시장이 가장 큰 편이나 글로벌 시장 진출을 위해서는 가장 시장이 큰 데이터센터 광부품 개발을 통한 경쟁력 확보가 필요함

나. 핵심기술 리스트

[광통신 부품 분야 핵심기술]

핵심기술	개요
데이터센터용 광원 기술	•데이터센터 통신에 사용되는 초고속 광원 기술로 O-band(1300nm) 대역의 기술이 주로 사용되며 고속 동작, 저전력 소모, 저가격화 등이 핵심이며 변조기 집적 광원(EML)과 직접 변조 광원(DML) 기술이 주로 사용됨
데이터센터용 광모듈 기술	•데이터센터 내부 또는 사이의 통신을 위한 광 모듈로 광 트랜시버 또는 광학엔진 기술로 서브 모듈로는 광 송신기 및 광 수신기로 구분되나 광학엔진의 경우 송수신기가 하나로 결합될 수도 있으며 광소자를 구동하기 위한 전자소자 및 구동보드 기술을 포함함
파장 가변 광통신용 광원 기술	•파장분할 다중화 전송 시스템에서 출력광의 파장을 가변시킬 수 있는 반도체 레이저 칩과 이를 구동하기 위한 모듈 기술을 포함하여 파장가변 광원 기술이라고 함
5G 중계기 적용을 위한 광통신용 광모듈 기술	•5G 이동통신에서 디지털 데이터 처리장치(Digital Unit)와 원격 무선신호 처리장치 간의 프론트홀 통신을 위한 광 모듈로 고속 신호 전송과 더불어 실외환경 적용을 위한 요구 조건 수용이 가능해야 함

다. 기술이전 관련 정보

☐ 파장선택 레이저 다이오드 및 그를 포함하는 광통신 장치(한국전자통신연구원, 10-2021-0125124 (2021.10.18))

■ 다이오드는 게인 영역, 상기 게인 영역에 이격하는 튜닝 영역, 및 상기 튜닝 영역과, 상기 게인 영역 사이의 위상 조절 영역을 포함하는 기판과, 상기 기판 상의 도파로 층과, 상기 도파로 층 상의 클래드 층과, 상기 게인 영역 및 상기 튜닝 영역의 상기 기판 또는 상기 클래드 층 상에 배치된 격자들을 포함

☐ 자유공간 무선 광통신을 위한 광축 조정 장치 및 방법(한국전자통신연구원, 10-2021-0026873 (2021.03.10))

■ 자유공간상에서 무선 광을 이용하여 통신시 광송신부와 광수신부간 송수신 효율을 극대화할 수 있는 광축 정렬 기능이 포함된 무선 광통신 장치 및 방법에 관한 것임

☐ 무선 광통신 시스템을 위한 광송수신장치(한국과학기술원, 국방과학연구소, 10-2133501-0000 (2020.07.07))

■ 광 송수신장치는 광 송신신호를 자유공간으로 출력하고, 자유공간으로부터 입력된 광 수신신호를 집속하는 광학 렌즈, 광 송신신호를 생성하는 광원, 광 수신신호를 검출하는 광 수신신호 검출기, 광학 렌즈에 의해 집속된 광 수신신호가 입사되는 검출면(detector plane)에 제1 도래각으로 입사된 광 수신신호를 광 수신신호 검출기로 전송하고, 광원에 의해 생성된 광 송신신호를 광학 렌즈로 전송하는 제1 광섬유 및 검출면에 제2 도래각으로 입사된 광 수신신호를 광 수신신호 검출기로 전송하는 복수의 제2 광섬유들을 포함

☐ 무선 광통신 장치 및 이의 양방향 무선 광통신 방법(한국전자통신연구원, 10-2020-0071447 (2020.06.19))

■ 자유공간에서의 양방향 광전송이 가능한 무선 광통신 장치는 다운링크 방식을 통해 데이터를 전송하는 제 1 광학 시스템 및 상기 제 1 광학 시스템으로부터 데이터를 수신하고, 업링크 방식을 통해 제어신호를 상기 제 1 광학 시스템으로 전송하는 제 2 광학 시스템을 포함하되, 상기 제 1 및 제 2 광학 시스템은 하나의 포트를 통해 상기 데이터 및 제어신호를 송수신함

레이저 다이오드

1. 개요

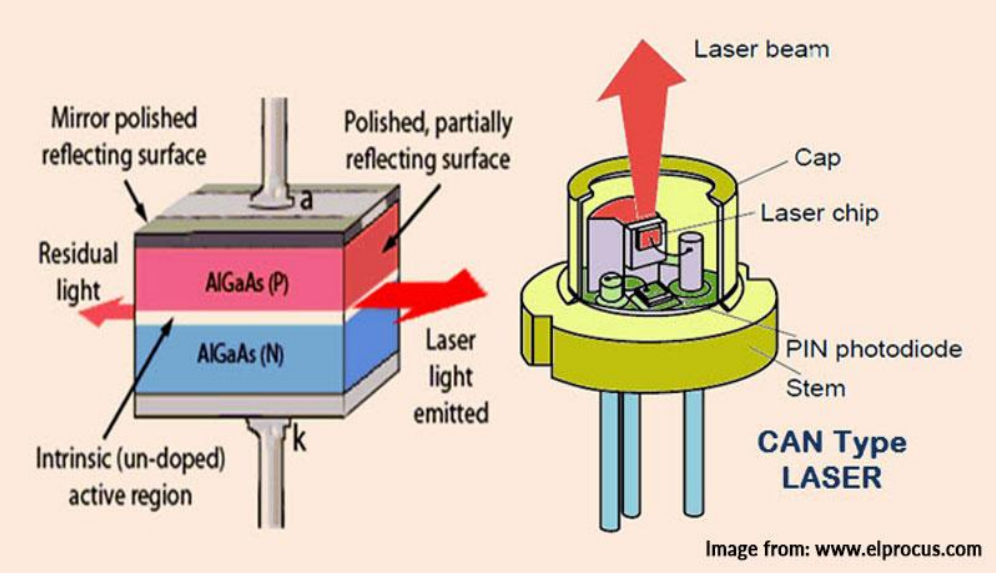
가. 개념 정의

☐ 광학 부품은 광학적 정보를 디지털 정보로 변환시키는 부품으로, 모바일 기기, 스마트 가전, 자동차 및 IoT 등에서 사진, 동영상의 촬영, 사물인식, 자율주행 자동차, 운전자 인식, 드론, 광통신 등의 용도에 활용되는 모듈 및 이를 구성하는 부품으로, 레이저 다이오드, 광통신용 렌즈를 포함

☐ 레이저 다이오드(Laser Diode, LD)는 반도체 레이저라고도 불리며, 활성층(이득 물질)을 n형 반도체와 p형 반도체 클래드 층 사이에 두고 전류 주입을 통한 전자의 천이에 의한 광자 유도방출을 이용한 광파의 발진기 및 증폭기

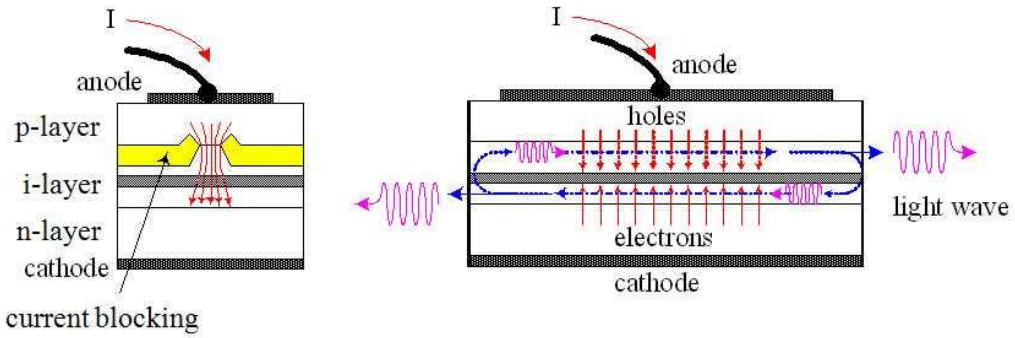
- 파장 및 위상 등의 성질이 완벽히 동일한 빛을 출력할 수 있어 간섭성이 높다는 장점으로 전류를 주입함으로써 발생한 빛이 2개의 거울 사이를 왕복하는 사이에 증폭하여 레이저 발진이 발생
- 소자 재료로는 AlGaAs, InGaAsP, InGaN, ZnO 등의 화합물 반도체가 사용되며 전자소자 제작에 사용되는 Si(규소 또는 실리콘)는 천이확률(전류가 빛으로 변하는 확률)이 좋지 않아 레이저 다이오드에는 적합하지 않음
- LED와 비교하여 상대적으로 대역폭이 좁고(단일 파장), 위상이 일정하며, 빛의 직진성을 특징

[레이저 다이오드의 구조]



■ 레이저 다이오드는 전기적으로 PIN 다이오드이고, 레이저 다이오드의 활성 영역은 고유 I(i-layer) 영역에 있으며, 캐리어(전자 및 정공)는 각각 N(n-layer) 및 P(p-layer) 영역에서 활성 영역으로 주입. 초기 PN 다이오드에 대한 레이저 연구가 수행되었지만, 최근의 레이저는 이중 이종 구조 구현을 사용하며, 캐리어와 광자는 재결합 및 광 발생 가능성을 최대화하기 위해 도파로 형태로 제작되며, 일반 다이오드와 달리 레이저 다이오드의 목표는 I(i-layer) 영역의 모든 캐리어를 재결합하여 빛을 생성하는 것으로 레이저 다이오드의 활성층은 다이렉트 밴드갭 물질을 사용하여 제조

[레이저 다이오드]



*출처 : 한국물리학회, 반도체 레이저 다이오드, 2010

나. 중요성 및 의의

☐ 레이저 다이오드는 광통신, 영상, 저장장치, 정밀 가공, 거리 측정, 군사용 등 다양한 용도로 활용되고 있으며 앞으로는 보다 다양한 분야에 융복합되어 활용이 가능하여 광산업에 있어서 레이저 다이오드는 기반 중의 기반산업

■ 4차 산업혁명 시대를 맞아 인공지능, 빅데이터, AR/VR 등 대용량 데이터 수요의 폭발적인 증가에 따라 초고속 통신용 레이저 다이오드의 수요가 급증하고 있으며 칩 확보를 위한 세계적인 수직 계열화가 일어나고 있어 기술 개발의 중요성이 매우 높음

■ 타임지는 “20세기는 전자의 시대, 21세기는 광자의 시대”라고 전자기술의 한계를 광자기술로 극복할 수 있을 것으로 전망하며, 이에 핵심이 되는 기술이 광자를 생성하는 레이저 다이오드 기술

다. 가치사슬 구조 및 분류

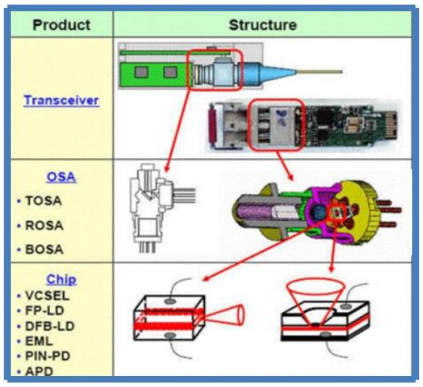
(1) 가치사슬 및 용도별 분류

□ (전방산업) 통신용 고속 레이저 다이오드의 경우 LTE/5G용 이동통신망, 초고속 인터넷 통신용 가입자망, 중장거리용 메트로 전달망 등 유선 네트워크 신호전달을 위한 광트랜시버에 적용

■ 근래 들어 멀티미디어, 클라우드 서비스 등의 보급에 따른 Google, MS, 아마존 등에서 대면적 데이터센터가 구축되고 있으며 데이터센터 내부의 대용량 통신을 위한 광트랜시버, 광학 엔진 등에 광원으로 활용

[다양한 종류의 광트랜시버(좌) 및 레이저 다이오드 칩의 광트랜시버 적용 개념도(우)]





■ 산업용, 통신용, 군용, 의료용 등 다양한 산업에 활용되고 있으며 실생활에서도 광 저장 매체(CD, DVD), 레이저 프린터, 마우스, 바코드 스캐너 등으로 활용 중

[Laser Diode의 산업구조]

후방산업	Laser Diode	전방산업
반도체 소재 산업 제조 장비 산업	광산업 부품 소재 (Laser Diode)	정보 전송, 정밀 가공, 정밀 계측, 의료 진단

(2) 기타 분류 방법

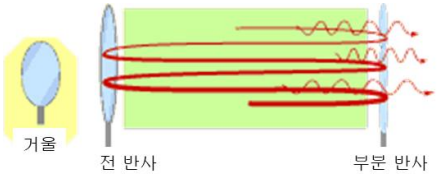
☐ 레이저 다이오드의 빛의 방출 방법에 따른 분류

- 레이저 다이오드는 구조에 의해 단면에서 빛을 방출하는 FP(Fabry-Perot) LD, DFB(Distributed Feedback Laser) LD와 표면에서 빛을 방출하는 VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting LASER)로 구분
- 광통신용 반도체 레이저 기술로는 FP LD과 DFB LD가 주로 사용되고 있으며, VCSEL은 주로 단거리 통신용으로 사용 중
- DFB 레이저는 회절격자를 이용하여 단일 파장을 생성하는 광원으로 고속·원거리 통신이 가능 (통신 속도는 25Gbps급까지 개발됨. 이는 전화를 1번에 약 38만 개 통화시킬 수 있는 속도)

[DFB 레이저의 구조]

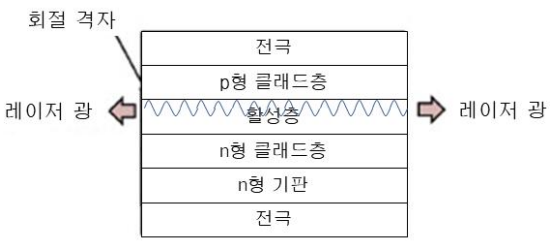


[FP 레이저의 구조]



- FP 레이저는 여러 파장의 빛이 나오는 레이저로 통신 속도가 DFB 레이저보다 늦지만 값싸게 제작 가능 (통신 속도는 1Gbps. 1번에 약 1만 5천 개 통화시킬 수 있는 속도)
- VCSEL 레이저는 FP LD 및 DFP LD와 달리 표면으로 빛이 방출되는 레이저로 활성층 위, 아래에 회절격자를 이용한 거울면을 형성하여 제작함. 작은 전류로 동작 가능하여 단거리 통신에 활용

[VCSEL 레이저의 구조]



<DFB형 LD의 구조>



<VCSEL의 구조>

☐ 광통신용 LD의 구조에 따른 종류

■ DML(Directly Modulated Laser): 직접 변조 레이저로 레이저 활성층에 주입되는 전류를 조절하여 광신호를 생성하는 방식으로 저가의 장점이 있으나 변조 속도가 제한적이고 신호 품질이 상대적으로 낮아 단거리 전송에 사용

■ EML(Electro-absorption Modulated Laser): 광신호를 발생하는 레이저와 신호를 생성하는 변조기가 단일 집적되어 있는 구조로 변조속도가 높고 신호 품질이 좋아 장거리 전송이 가능하나 상대적으로 고가

■ TLD(Tunable Laser Diode): 파장 가변 레이저라 불리며 발진 파장을 변경할 수 있는 레이저를 말함. 주로 회절격자층에 위상변화나 온도변화를 이용하여 파장 가변 기능을 구현

☐ 광통신용 LD 패키지

■ TO-Can 패키지

- 가장 일반적인 저가형 패키지 형태
- 3개 핀 및 광 출구를 가진 형태가 보편적이고 장착되는 칩의 종류에 따라 핀을 개수가 변화

  * 3개 핀 : (2개는 캐소드 및 애노드, 나머지 1개는 광 출력 모니터)
- 크기 구분 : 다양한 크기가 사용되나 주로 직경 5.6 mm가 사용됨

■ TOSA (Transmitter Optical Sub-Assembly)

- 고속 동작 레이저 다이오드를 위한 패키지를 칭함
- 외부 구성 : 단일 채널 동작, 다채널 동작용 등으로 구분
- 크기 : 정형화된 크기보다는 광트랜시버 종류에 따라 달라짐

[TOSA (Transmitter Optical Sub-Assembly)]



<TO-can>



<단일채널 TOSA>



<다채널 TOSA>

2. 산업 분석

가. 산업 동향

◎ 산업 특징

□ 광통신 산업은 반도체 레이저와 광섬유의 개발로 1980년대부터 본격적으로 시작되어 지난 40년간 약 100만 배의 전송속도 증가를 이루어 왔으며 인공지능, 빅데이터, 클라우드 서비스 등의 등장으로 더욱 발전 속도의 증가가 예측

□ 기술 발전에 따라, 모든 의료분야에 혁신적 방법을 제공하며, 군수분야에도 레이저기술의 접목이 증대하고 있으며, 다양한 나노융합분야의 미세 조작에도 효과적인 툴로 접근 중

□ 기술선진국을 중심으로 국가적인 연구개발과 산업화 투자 확대

- 성장산업이며 타 산업으로의 기술적 파급효과가 큰 레이저 산업은 국제적인 경쟁이 치열하여 경쟁력을 유지하는데 있어 기술적인 선도를 유지하는 것과 관련 기업 간의 협력을 강화하는 것이 매우 중요

□ 최근 광원은 레이저를 광원으로 통신, 의료기기, 디스플레이 광원, 3D 센싱을 포함하여 산업가공까지 확대되면서 레이저 광원 중요성이 확대

◎ 산업 구조

□ 국내 광통신 부품 산업은 주로 해외 레이저 다이오드를 수입해 광모듈(TO-can, TOSA) 패키징 및 광트랜시버 생산에 치중, 특히 고속 동작용 레이저 다이오드 칩의 경우 거의 전량을 수입에 의존

□ 국내에서도 레이저 다이오드 칩이 일부 상용화되고 있으나 10Gbps 미만 제품에 한정되어 있으며 10Gbps 이상 제품의 경우 주로 일본에서 수입

■ 연구소를 중심으로 기술이전 등을 통한 상용화가 시도되고 있으나 아직까지 큰 성과를 거두지는 못함

■ 중국업체의 추격에 대응하고 선진국과의 경쟁력 확보를 위해서는 레이저 다이오드 칩 국산화가 중요

■ 전방 및 후방 모두에 산업적 파급효과가 큰 수준이며, 국내 레이저 핵심부품 및 모듈 기술은 아직 초기 시장진입 단계로 상용화를 위한 기술 개발이 진행 중

□ 레이저 응용처는 시스템(통신장비, 의료기기, 계측기 등)의 후방부품으로 직접 채용되거나 타 산업 가공(제조)용으로 활용

■ 반도체레이저(LD)가 전체 레이저의 60% 이상을 차지하고 최근 에너지 저감화 및 소형화 장점으로 시장 확대 추세

□ 통신용 레이저 다이오드의 경우 광트랜시버 및 전송 시스템 개발에서 핵심적인 역할을 하므로 칩 확보를 위한 기업 간 M&A가 활발히 일어나고 있으며 최근에는 거대 시스템 업체를 통한 수직 계열화 현상이 두드러지는 상황

◎ 지속적인 수요의 확대

■ 인공지능, IoT, 클라우드 서비스, 스마트 기기 등의 보급으로 데이터 기반의 산업 확대에 따라 통신용 레이저의 수요는 지속해서 증가할 것으로 예측

■ 4차 산업혁명 시대의 도래에 따라 레이저 다이오드의 응용 분야는 다양하게 발전하고 있으며 통신용 레이저 다이오드 기반 기술을 바탕으로 안면 인식, 라이다, 의료, 바이오, 동작 인지 등 다양한 분야로 응용 분야를 넓혀가는 중

■ 연관산업 시장파급 효과

– 통신용 레이저 다이오드는 칩 매출 자체 보다 광트랜시버 및 시스템 개발에 따른 부가가치 창출에 크게 기여하므로 국내 광통신 부품 및 시스템 업체의 경쟁력 확보를 가능하게 함

– 특히 하이앤드 레이저 다이오드의 경우 기술적 난이도로 공급업체가 미국, 일본 등 일부 업체에 한정되어 안정적 공급원의 확보가 쉽지 않아 경쟁력의 중요 요소

나. 시장 동향 및 전망

(1) 세계시장

❑ 세계 레이저 다이오드 시장은 2019년 82억6000만 달러로 평가되었으며, 2020년부터 2025년 사이에 11.2%의 CAGR을 기록하면서 2025년까지 150억1000만 달러에 이를 것으로 예상

[레이저 다이오드의 세계시장 규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	CAGR
세계시장	7,428	8,260	9,185	10,214	11,358	12,630	14,044	11.2

* 출처 : The Laser Diode Market, Mordor Intelligence(2020) 재가공

(2) 국내시장

❑ 우리나라의 레이저 다이오드 시장은 2018년 7,630억원 규모로 추정되었고 연평균 약 10.8%로 성장하여 2024년에는 1조 4천억 원 규모로 성장할 전망

[레이저 다이오드의 국내시장 규모 및 전망]

(단위 : 백만 달러, %)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	CAGR
세계시장	7,630	8,713	9,950	10,866	11,865	12,957	14,149	10.8

※ 출처 : Marketsandmarkets, Laser Diode Market, 2015를 근거로 2020까지 예측 후 KMAPS의 국내 다이오드 시장 성장률(9.2%)을 근거로 2021년 이후 네모아이씨지 재가공

3. 기술 개발 동향

가. 기술 개발 이슈

□ 기반 중의 기반의 육성, 산업용 레이저 소재, 부품 기술 역량 강화에 지속적 투자 필요

■ 다양한 분야의 레이저 시스템 기술 확보도 중요하지만, 소재부품 기술의 뒷받침이 없다면, 선진 부품공급자에 종속되는 산업구조를 극복 불가

□ 미국, 독일, 일본, 러시아 등은 꾸준히 산업용 레이저 시스템과 부품기술을 축적하고 있으며, 점차 핵심 소재, 부품으로 후방통합을 추구함으로써, 소수 국가와 기업으로 산업의 주도권이 집중되는 추세

□ 미국, 일본, 독일 등에서 통신용 초고속 레이저 다이오드에 대한 지속적인 연구가 이루어지고 있으며 기술적 난이도로 일본, 미국에서만 상용화 진행

■ 하이앤드 칩의 경우 대부분 수직계열화된 업체에서 자체 소비에 활용되고 있어 칩 확보가 어려워 안정적인 칩 수급을 위한 기술 확보가 절실

□ 레이저 다이오드 기술은 단일 광원에서 다채널 또는 파장 가변 광원 기술로 발전하고 있으며 수동소자 등과 집적하여 다양한 기능을 구현하는 방향으로 발전 중

■ 여러 개의 광소자를 집적하여 성능 향상 및 새로운 기능을 만드는 광집적회로(PIC: Photonic Integrated Circuits) 기술이 발전하고 있으며 실리콘을 기반으로 한 실리콘 포토닉스가 유망기술로 떠오르는 중

□ 국내에서는 오이솔루션, 엘디스, 라이트론, 옵토위즈 등 여러 기업에서 5G 통신에 적합한 LD와 LD를 적용한 트랜시버 대역폭을 높이는 방안을 연구하고 있으나 세계 최고 기술보유국(미국)과의 고기능 LD 부분 기술격차는 2년 이상으로 판단

나. 연구 개발 동향

◎ 관련 연구개발 추진 사례

☐ (부산대학교) 용액 공정 기반 양자점 레이저 다이오드 개발과 이를 이용한 단일기판 광전자 집적회로 개발

■ 과학기술정보통신부의 '개인기초연구(과기정통부)(R&D) (2020~2025)' 우수한 광학적 특성으로 차세대 디스플레이, 레이저 재료로 각광받고 있는 콜로이드 양자점 (quantum dot, QD)을 이용해 용액공정 기반 레이저 다이오드를 개발, 다른 광회로 요소들과 결합하여 광집적회로를 구현

☐ ((주)옵토웰) 150W급 가공용 레이저 다이오드 aay 제조기술 개발

■ 산업통상자원부의 '소재부품기술개발 (2021~2024)' 975nm 10W급 LD칩 및 40W급 LD Bar 기술 개발, 전기적 펌핑 가능한 450nm LD칩 공정기술 개발

☐ (한국전자통신연구원) FMCW 라이다용 송신부 및 의료용 15xx m대역 고성능 레이저 다이오드 핵심 소재부품 기술 개발

■ 과학기술정보통신부의 '나노·소재기술개발(R&D) (2021~2025)' 파장가변 선형성 및 coherence length가 확보된 고성능 레이저 다이오드 기술 개발, 30W급 고출력 멀티칩 15xx nm 연속 구동 레이저 다이오드 기술개발

☐ ((주)오이솔루션) 통신용 10Gbps급 반도체 레이저 칩 상용화 연구 및 생산기술개발

■ 미래창조과학부의 '전자정보디바이스 산업원천기술개발사업 (2014~2017)' CWDM용 DFB-LD 상용화 칩 및 양산 공정기술 개발, Cooled (10km, IT) 상용화 TOSA 및 assembly 및 package 생산, Cooled (40km, IT) 상용화 TOSA 및 assembly 및 package 생산 기술 개발 등

다. 핵심 플레이어 동향

(1) 해외 플레이어 동향

[Laser Diode의 주요 플레이어]

해외 기업	국내 기업
Coherent (미국), Sumitomo (일본), Renesas (일본) Broadcom (미국), Lumentum (미국)	엘디스, 오이솔루션, 옵토웰 코셋, 라이트론

☐ (Sumitomo Electric Device) Sumitomo Electric Device는 광통신 및 이동통신 관련 분야의 칩 및 모듈이 주력 제품

■ 광통신용 레이저 다이오드, TOSA, 광트랜시버 일체를 제품화하고 있으며 세계 최고 수준의 EML 칩 상용품 판매

[Sumitomo의 주요 제품]

카테고리	주요 제품	
레이저 다이오드 제품	•10Gbps DML	•25Gbps DML
	•10Gbps EML	•25Gbps EML
	•Tunable laser for coherent transmission	

☐ (Coherent) Coherent는 다양한 고객을 대상으로 레이저 및 관련 제품의 설계, 제조 및 마케팅 관련 사업 추진 중

■ Specialty Lasers and System(SLS) 분야와 상용 레이저 부품(CLC) 분야로 나뉘어 운영 중

[Coherent의 주요 제품]

카테고리	주요 제품	
레이저 다이오드 제품	•CW solid-state lasers	•Ion lasers
	•Diamond CO2 lasers	•Machine vision and structured light lasers
	•Diode laser systems and fiber lasers	•Tunable lasers
	•Diode-pumped solid-state lasers	•Ultrafast laser oscillators and amplifiers
	•Excimer lasers	•Advanced optical fiber and assemblies
	•Industrial Ultrafast lasers	
서비스	•Technical support for lasers and laser machining tools	
	•Calibration and repair of instruments	•Service agreements and programs
	•Cross regional support	•Service parts and logistics
	•Laser training programs	

□ (Broadcom) Broadcom은 데이터센터 및 통신서비스를 위한 다양한 반도체 제품을 생산

■ 다양한 종류의 레이저 다이오드를 생산하고 있으며 FIT를 통해 광모듈 및 광트랜시버 제품을 판매 중

■ 하이앤드 통신용 레이저 다이오드 칩 판매

[Broadcom의 주요 제품]

카테고리	주요 제품	
레이저 다이오드 제품	•10Gbps DML	•25Gbps DML
	•10Gbps EML	•25Gbps EML

□ (Lumentum) Lumentum은 세계 2위의 광통신 부품 생산업체로 레이저 다이오드 칩에서 광트랜시버, 광스위치, 라인카드 등 다양한 광통신 모듈을 판매 중

■ 일본 Hitachi를 인수한 Oclaro 인수 합병을 통해 세계 최고 수준의 레이저 다이오드 칩 기술을 보유하고 있으나 자체 모듈 개발에 활용하고 칩 판매는 하지 않음

[Lumentum의 주요 제품]

카테고리	주요 제품	
광통신 제품	•Optical Transceivers for Data Center	•Optical Amplifiers
	•Optical Transceivers for Metro	•Diode Lasers
	•Optical Switches for Metro	

□ (Renesas Electronics) Renesas Electronics는 5G에 대응하는 25G비트/초 × 4파장 100G비트/초의 직접변조형 DFB (분포귀환형) LD 개발

■ 동작 온도 범위가 -40 ~ 95 ℃로 소자를 냉각하지 않고 1파장 당 25G비트/초의 고속 전송을 가능하게 함

■ CWDM4 (Coarse Wavelength Division Multiplexing) 표준을 준수하고 있으며, 4파장을 다중화함으로써 100G 비트/초의 고속 통신을 실현 가능

■ 기존의 NRZ 변조 방식을 이용한 100G비트/초 QSFP28 광 트랜시버 모듈의 광원으로 이용 가능

■ 발진 파장은 1270nm, 1290nm, 1310nm, 1330nm의 4종류

■ 광 출력은 7mW (25 ℃) SMSR (Side모드 억압비)는 최소 35dB

■ 레이저의 동작 전류는 최대 55mA, 레이저의 역 전압은 최대 2.6V

■ 전계흡수 변조기집적 레이저다이오드 (EML)을 이용한 설계보다 현격히 시스템 비용을 절감 가능

■ 신제품은 베어 다이 형태로 양산 개시

(2) 국내 플레이어 동향

☐ 국내 레이저 다이오드 제조업체는 단면 방출 레이저를 생산하는 엘디스, 오이솔루션, QSI과 VCSEL을 생산하는 옵토웰 등이 존재

☐ 국내의 레이저의 개발 및 응용은 1976년부터 시작해서 2000년에 본격적인 성장기에 접어드는 중

- 엘디스 : 1.3, 1.55um 대역의 통신용 DFB Laser 생산판매 수출
- QSI : Red Laser Diode, Infra Red Laser Diode 생산판매 수출
- 옵토웰 : VCSEL 및 PD류 생산판매 수출

☐ 최근 국산화 성공 사례

[Laser Diode의 국산화 사례]

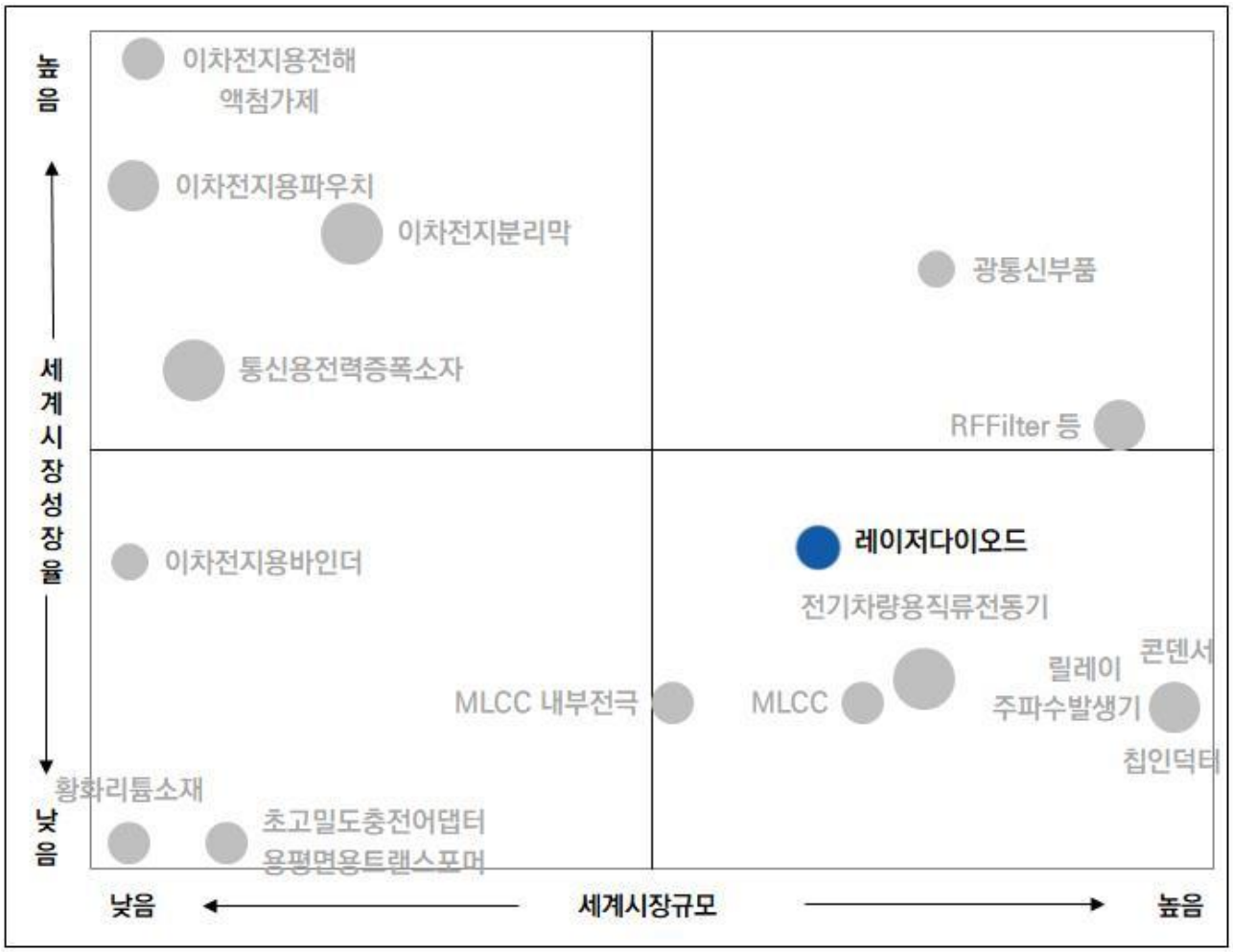
카테고리	주요 내용
엘디스 (반도체칩 전문업체)	•LD칩 개발 완료. 월 10만 개 규모로 양산 •'19년 말까지 광주 소재 한국광기술원 패키징 라인 증설과 더불어 경기도 수원 소재 한국나노기술원에 유기금속화학 증착장치(MOCVD)를 증설하고 노후 장비를 교체하여 LD칩 생산량을 확대할 예정
한국광기술원	•자체 개발한 산업용 광섬유 레이저 모듈은 1.1㎾급 제품으로 레이저다이오드 (LD)에서부터 공진기, 출력단까지 모두 광섬유로 구성 •광섬유와 렌즈 등이 혼합된 기존 벌크 제품에 비해 에너지 효율이 높고, 기계 진동에 강함
큐에스아이 (국내 유일 LD칩 생산업체)	•전량 수입되는 광반도체산업의 핵심부품인 레이저 다이오드의 국산화를 목표로 2000년 7월 설립되었으며, 높은 기술력과 성장성을 바탕으로 '19년 매출은 170억 원, 순이익은 45억 원 정도 예상
한국정보화진흥원	•일본기업에 대한 의존도가 절대적인 레이저 다이오드 등 5G 광통신부품 국산화에 착수
한국전자통신연구원	•25Gbps급 DML, EML을 2014년 개발하였으며 2018년에서는 50Gbps급 DML, EML에 개발에 성공 •세계 최고 수준의 칩 연구 개발을 진행 중이며 관련 업계에 25Gbps 칩 기술이전을 통한 상용화 추진 중

4. 공급망 분석

가. 시장 매력도

☐ 레이저다이오드는 세계시장규모도 크지만 세계시장성장율이 낮아 시장 매력도가 낮은 품목으로 나타남

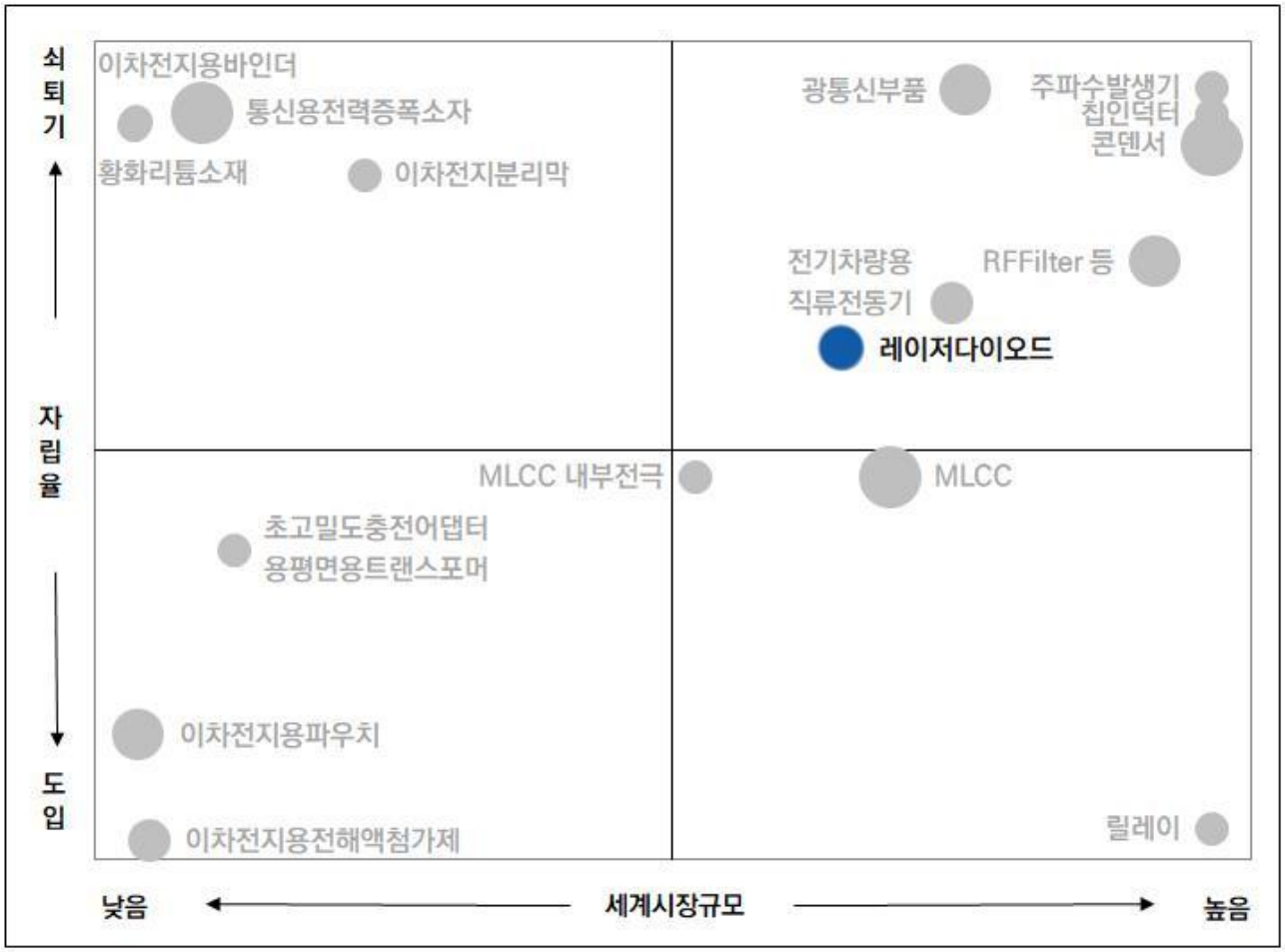
(원크기 : 수익률)



나. 생산 공백 정도

□ 레이저다이오드는 세계시장규모가 크고 자립율이 높게 나타나 생산 공백이 없는 것으로 나타남

(원크기 : 종사자수)

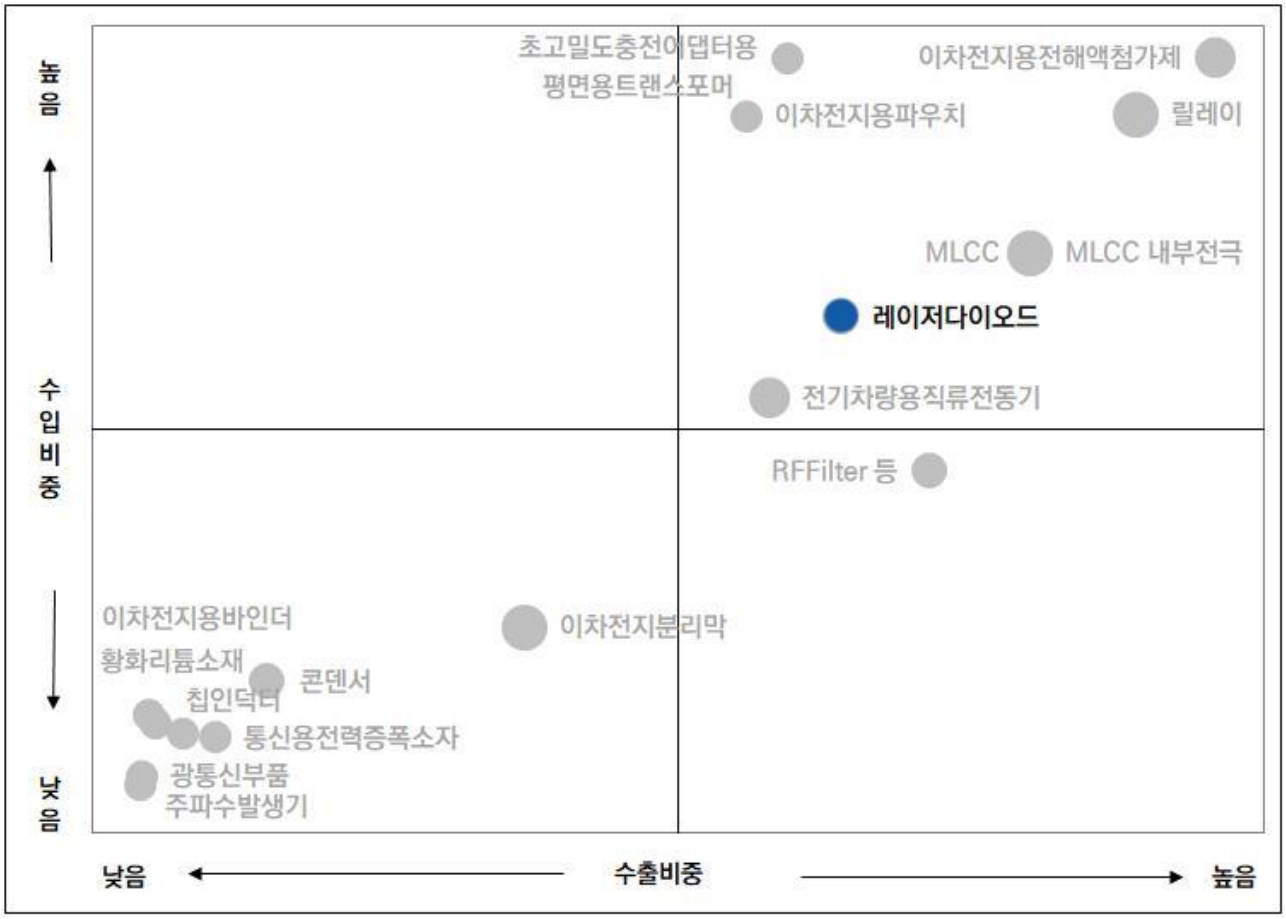


주 : 자립율 : 1-수입비중

다. 해외 지향성

□ 레이저다이오드는 수출비중과 수입비중이 모두 높아 해외 시장 지향성이 높은 품목으로 나타남

(원크기 : 수출액)

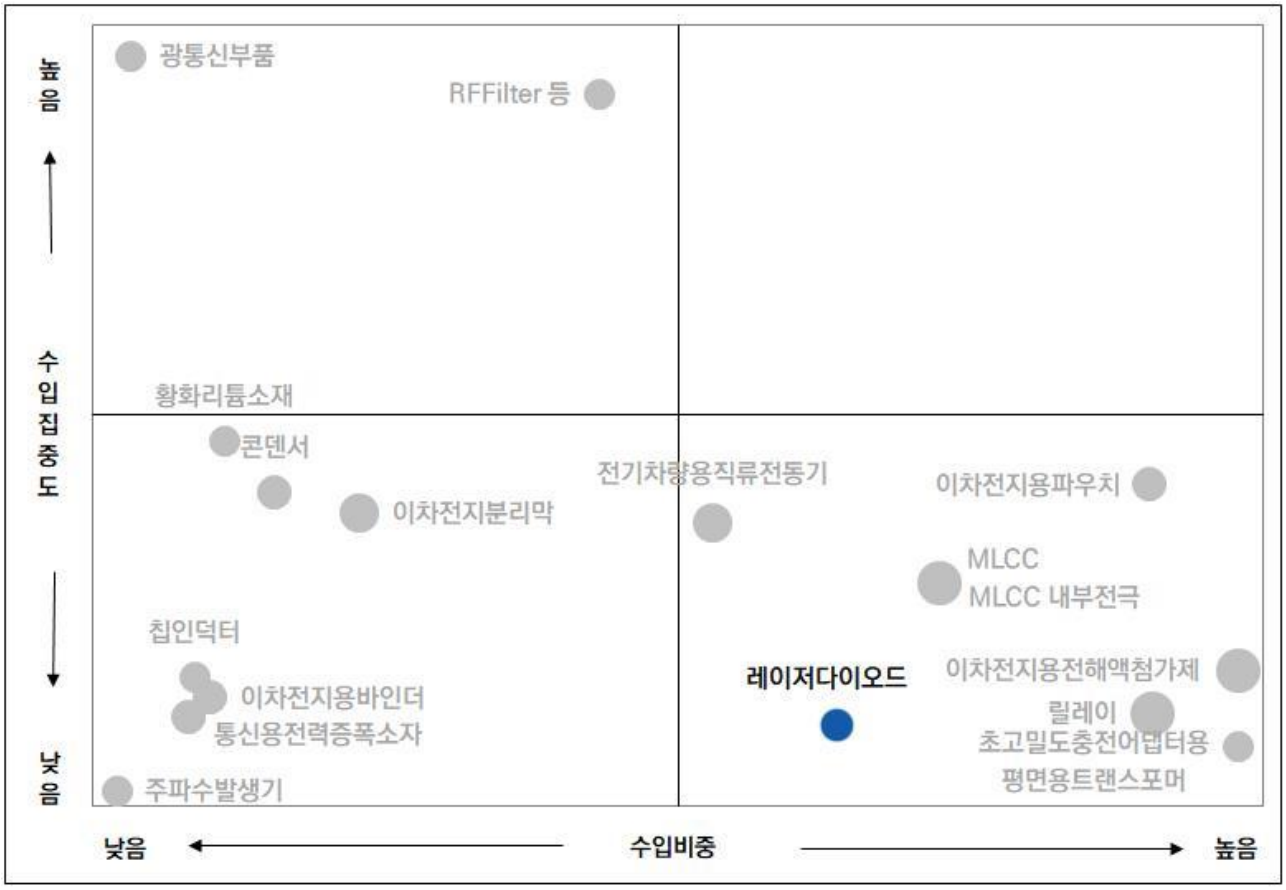


주 : (1) 수출비중 = 수출액/생산액주 (2) 수입비중 = 수입액/내수액

라. 수입 리스크

☐ 레이저다이오드는 수입비중이 높은 반면 수입 집중도는 낮게 나타나 수입 리스크가 크지 않은 품목으로 나타남

(원크기 : 수입액)

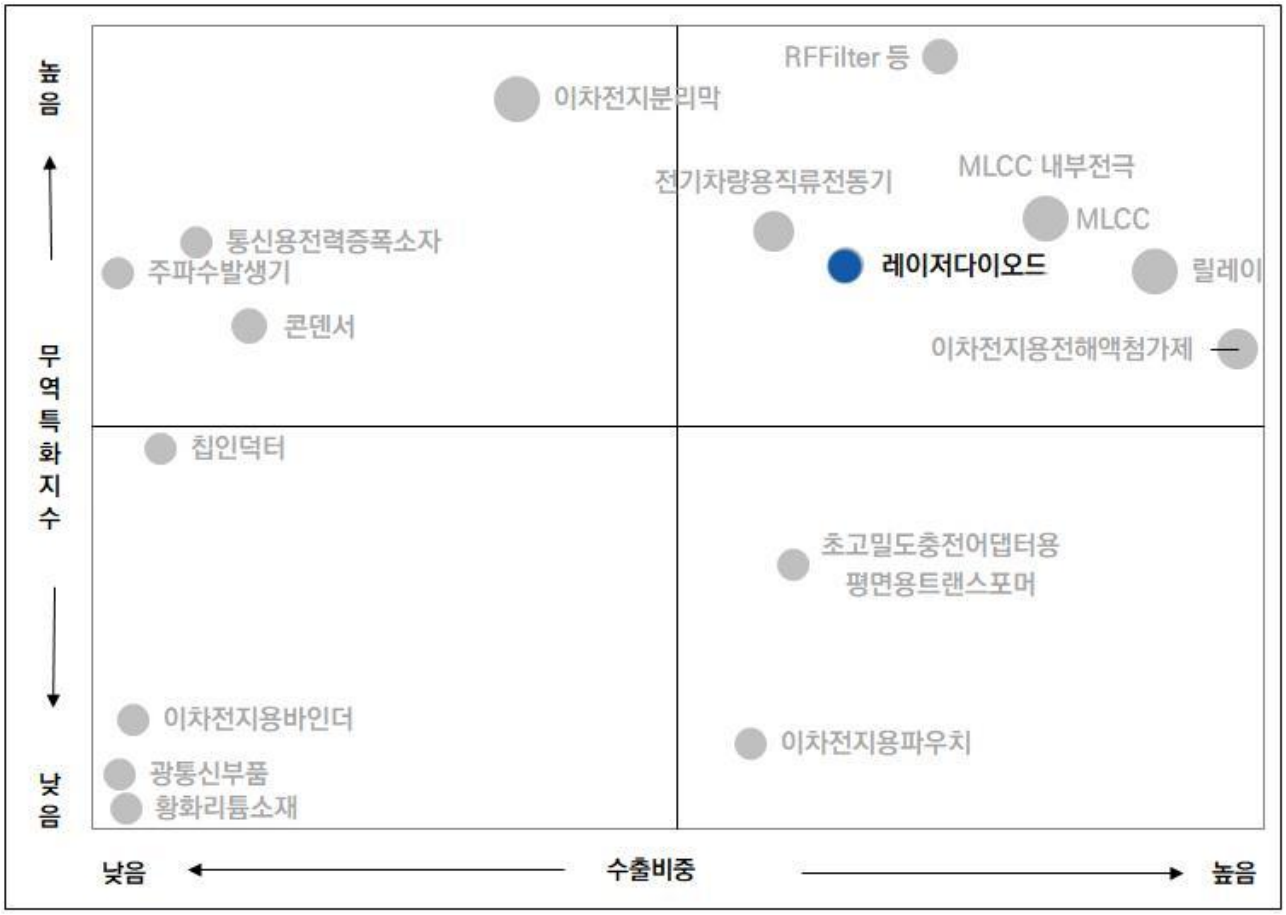


주 : 수입집중도(HHI지수) = (제1수입국 수입비중)² + (제2수입국 수입비중)² + (제3수입국 수입비중)²

마. 수출산업화

□ 레이저다이오드는 수출비중이 높고 무역특화지수가 높아 수출산업화 잠재력이 큰 품목으로 나타남

(원크기 : 수출액)

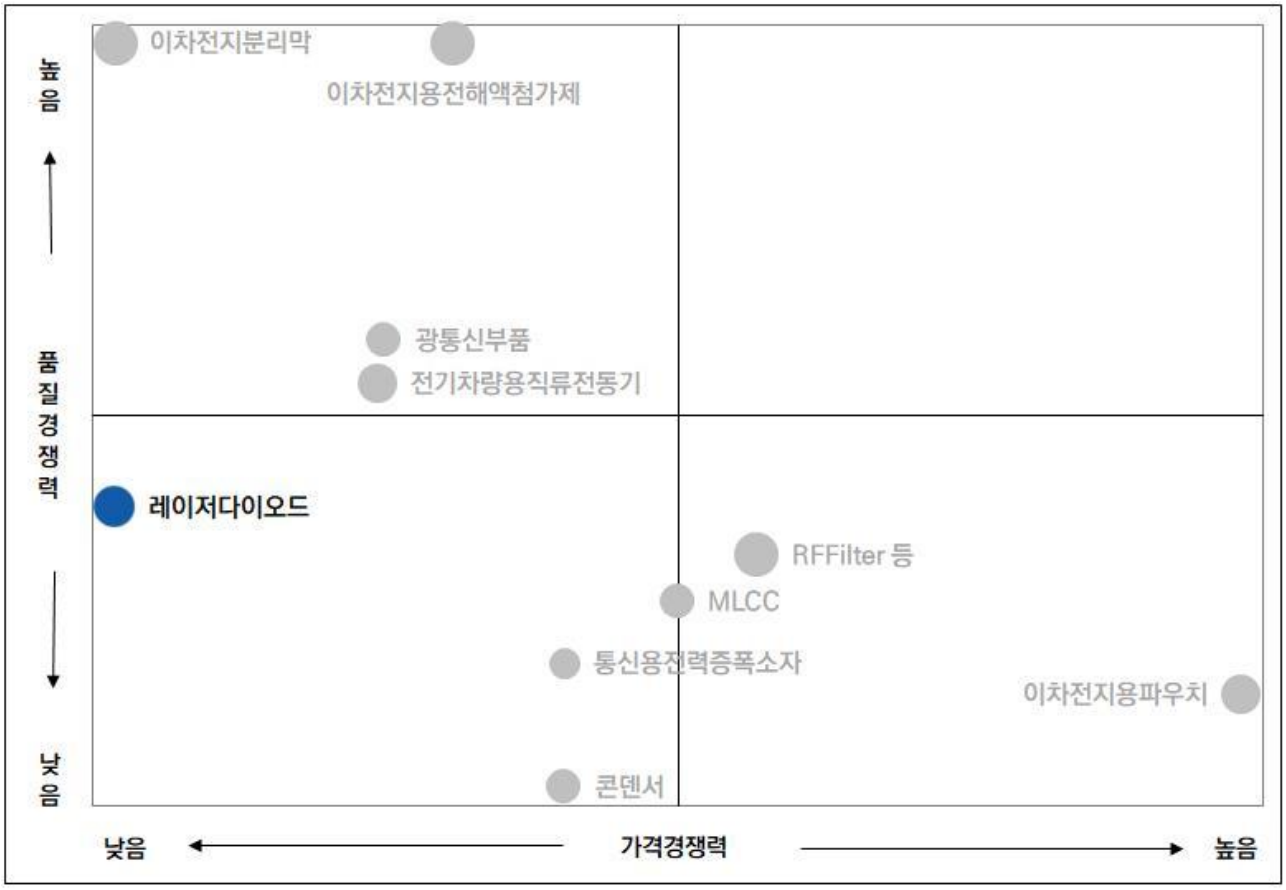


주 : 무역특화지수 = (수출액-수입액) / (수출액 + 수입액)

바. 경쟁력 현황

□ 레이저다이오드는 품질경쟁력은 낮지만 가격경쟁력이 높아서 선진국 대비 경쟁력이 높은 품목으로 나타남

(원크기 : 선진국 대비 기술 수준)



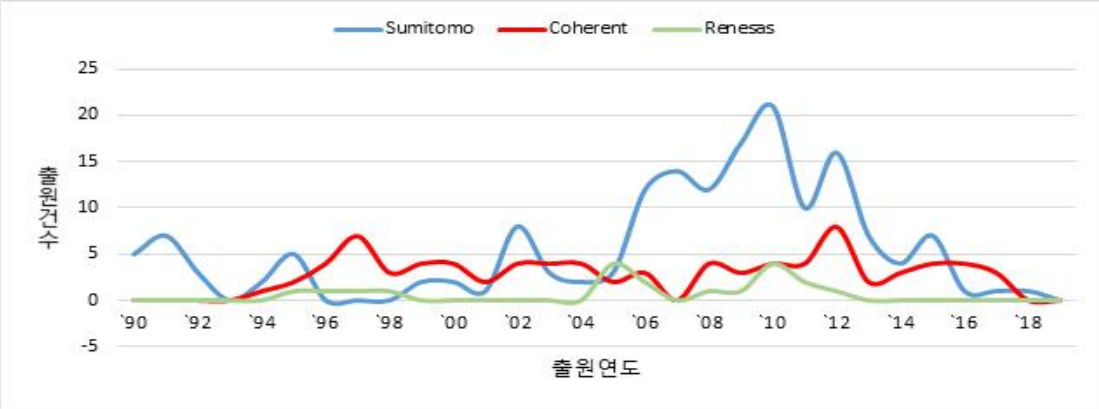
5. 주요 플레이어 특허동향

가. 해외 플레이어 특허 동향

(1) 출원동향

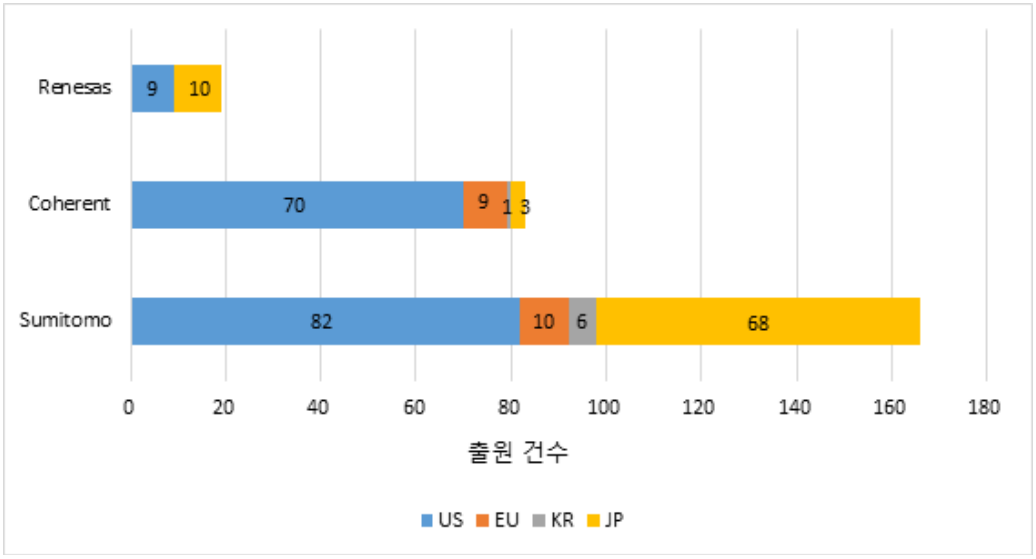
☐ 연도별 출원동향

■ 해외 주요플레이어 각각의 출원동향을 살펴보면, Sumitomo가 1900년대 초반부터 연 5건 내외의 출원을 이어오다 2000년대 중반부터 2010년대 초반까지 연 10 ~ 22건의 집중적인 출원동향을 보인 후 최근 감소하고 있으며, Coherent와 Renesas는 전체적인 출원건수 연 4건 내외의 꾸준한 출원동향을 보임



☐ 국가별 출원동향

■ 해외 주요플레이어 각각의 국가별 출원동향을 살펴보면, 공통적으로 미국과 일본에 집중적인 출원이 이뤄지고 있는 것으로 파악되어, 해외 주요플레이어들이 각각의 자국시장인 미국과 일본시장에 집중하고 있는 것으로 판단됨

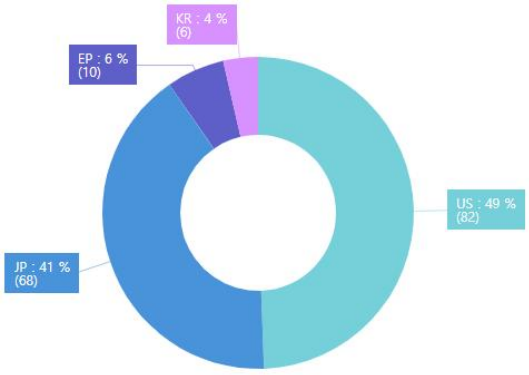


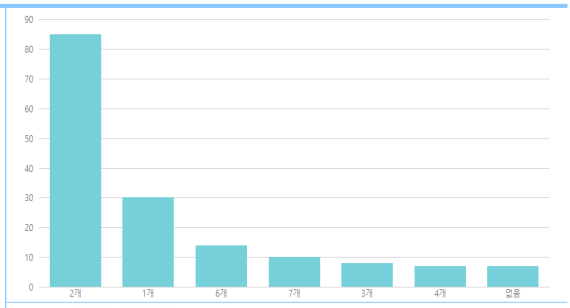
(2) 해외 플레이어 심층 분석[3)]

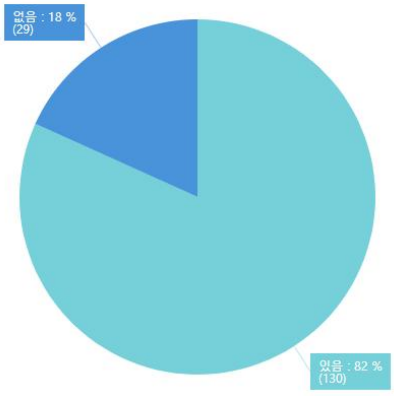
◎ 해외 대표 플레이어 심층 분석 – Sumitomo

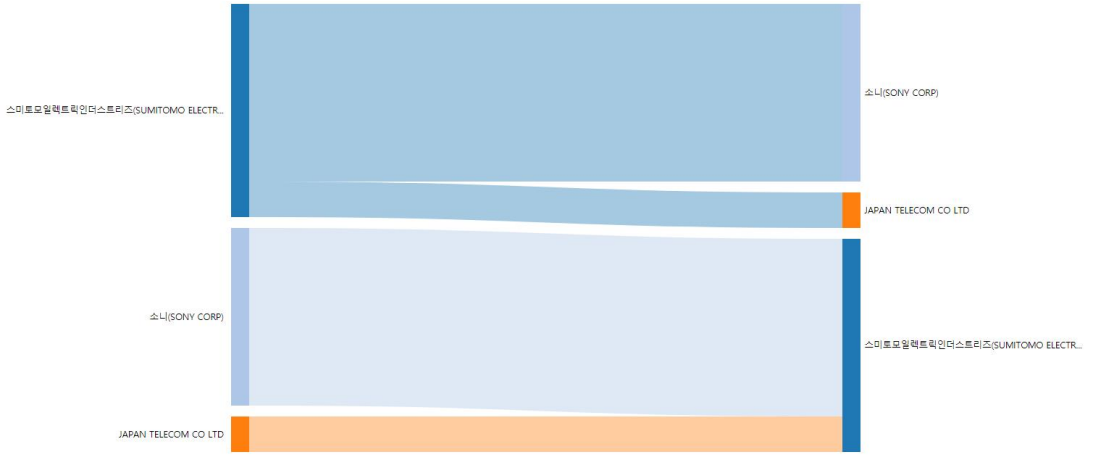
■ 2000년 초반부터 2010년 중반까지 다수의 특허를 지속적으로 출원함 (총 특허 출원 : 166건)

[AGC 심층 분석]

<table>
<tr>
<td>특허
활동도
및
패밀리
국가수</td>
<td>






●자국(미국, 일본) 위주의 특허출원 진행, 다수의 특허출원에 대해 패밀리 특허 출원 진행 –> 글로벌 시장을 타킷으로 사업화
●미국, 일본, 유럽, 한국 순으로 특허 출원 보유</td>
</tr>
<tr>
<td>공동출원인
관계도</td>
<td>


●스미토모는 SONY, JAPAN TELECOM과 공동출원한 이력 조사됨</td>
</tr>
</table>

3) PAJ(일본영문초록) 및 과거분이 분석에는 활용되지 않아, 그래프 결과와 분석 결과 간의 건수 차이가 존재할 수 있음

■ Sumitomo의 전체 특허를 분석한 결과, 레이저 다이오드 구조, 제작 방식, 패키징에 대한 특허가 주류를 이루고 있으며 구동방식에 대한 특허도 다수 출원됨

■ 2구간(2010년~2019년)에는 Tunable, DBR 등 파장 가변 광원 기술에 대한 키워드가 다수 도출되었으며, 응용 기술 개발과 레이저 다이오드 강국인 미국, 일본 위주로 출원이 파악됨

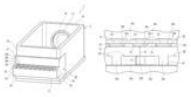
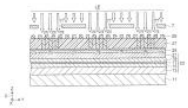
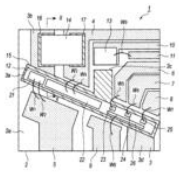
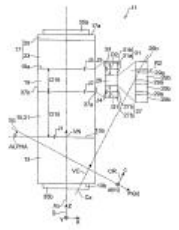
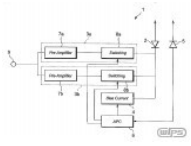
[AGC 기술집중도]

<table>
<tr><td rowspan="4">스마트
클라우드</td><td colspan="2">전체구간(1990년~2019년)</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">•레이저 다이오드, Laser Diode, Active Layer, Semiconductor Laser Diode, 구동 회로, 구동 전류, Cladding Layer, Bias Current, Modulation Current, Emission Wavelength, Ld Driver, Tunable Ld, 바이어스 전류, 변조 전류, Extinction Ratio, Optical Transmitter, Refractive Index, 격자 완화, Type Cladding Layer</td></tr>
<tr><td>1구간(2000년~2009년)</td><td>2구간(2010년~2019년)</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>•레이저 다이오드, Laser Diode, 구동 회로, 구동 전류, 변조 전류, Modulation Current, Ld Driver, Optical Transmitter, 바이어스 전류, Semiconductor Laser Diode, Bias Current, Active Layer, Optical Output, Extinction Ratio, 입력 신호, 제어 신호, 캐리어 농도, 화합물 반도체, Driving Current, Group Iii Element</td><td>•Active Layer, Laser Diode, Tunable Ld, Emission Wavelength, Semiconductor Laser Diode, Optical Guiding Layer, Cladding Layer, Core Semiconductor Region, Optical Guide Layer, Grid Wavelength, Emit Light, Csg Dbr Region, Refractive Index, Epitaxial Layer, Type Cladding Layer, 코어 반도체 영역, 격자 완화, Laser Light, Bias Current, Sg Dfb Region</td></tr>
</table>

◎ 주요 등록 특허

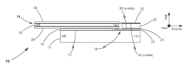
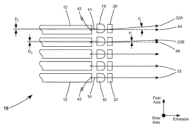
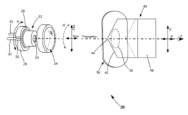
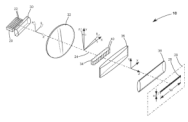
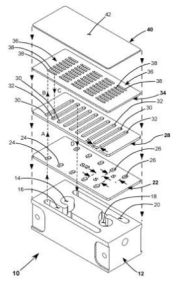
☐ Sumitomo

[Sumitomo 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US 10361533 B2 (2018.08.09)	Optical module implementing laser diodes	시그널 패드 아래와, 시그널 패트와 그라운드 패드 사이에 이격을 가지는 피드쓰루(feedthrough)를 포함하는 광학 모듈	
US 8921133 B2 (2012.06.28)	Method of forming a sampled grating and method of producing a laser diode	레이저 다이오드를 생산하는 격자 분포와 방법을 형성하는 방법	
US 10328511 B2 (2015.12.29)	Laser apparatus with capacitor disposed in vicinity of laser diode	레이저 다이오드와 그 옆에 위치한 바이패씽 커패시터 간의 노이즈를 줄이기 위한 레이저 장치	
US 8284811 B2 (2010.07.15)	Gallium nitride-based semiconductor laser diode	갈륨 질화물 (GaN)-based 반도체 레이저 다이오드를 통해 초록색 레이저 다이오드를 형성하기 위한 것	
US 7570680 B2 (2007.10.30)	Laser diode driver with multiple modulation current source	레이저 다이오드의 출력 파형을 개선할 수 있도록 전류 출력부에서 복수의 스위칭된 전력을 제공하는 광 다이오드 드라이버	

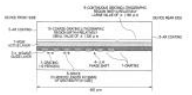
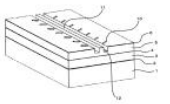
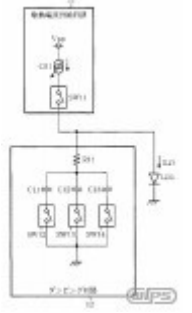
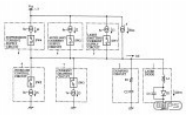
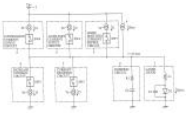
☐ Coherent

[Coherent 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US9941658 (2017.04.26.)	Stackable electrically-isolated diode-laser bar assembly	수냉식 히트-싱크에서 패키징 다이오드레이저 바에 관한 것	
US10539805 (2017.01.25.)	Aberration compensated diode-laser stack	일원형 렌즈를 사용하는 적층형의 다이오드레이저 바로부터 광학적 출력에 집속시키기 위한 광학 장치에 관한 것	
US9784957 (2016.07.11.)	Uniformity adjustment method for a diode-laser line-projector	다이오드 레이저(레이저 라인 프로젝터)로부터 광의 라인을 프로젝션시키기 위한 광학 장치에 관한 것	
US9851571 (2016.08.15.)	Apparatus for generating a line-beam from a diode-laser array	광축을 따라 떨어져서 이격하고 배열된 다이오드레이저 바, 선형 마이크로-렌즈 배열과 복수의 렌즈를 포함한 라인 빔을 생성하기 위한 장치에 관한 것	
US9917413 (2016.12.13.)	Cooling apparatus for diode-laser bars	물 투입 플레넘과 물 생산 플레넘을 포함하는 베이스 부재를 구비한 다이오드레이저 바를 위한 냉각 장치에 관한 것	

☐ Renesas

[Renesas 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
US 8477819 B2 (2010.11.22)	Semiconductor laser diode device and method of fabrication thereof	레이저 다이오드의 On/Off 상태를 고속으로 전환할 수 있도록 하는 반도체 장치	
US 8634443 B2 (2009.12.01)	Laser diode and method of manufacturing the same	광학가이드를 따라서 영역에 배치된 미광을 스캐터링, 흡수 또는 반사의 기능이 있는 구조의 레이저 다이오드	
JP 5318063 B2 (2010.10.05)	레이저 다이오드의 구동 회로 및 반도체 장치	별도로 파형 보정 회로를 마련하지 않고 레이저 다이오드에 공급하는 구동 전류의 파형을 구형파에 접근할 수 있는 레이저 다이오드의 구동 회로 및 반도체 장치	
US 7791288 B2 (2008.02.07)	Driving circuit for and semiconductor device for driving laser diode	구동 전류의 상승 시 억제 전류를 공급하여 구동 전류를 안정시키고, 언더슈트가 발생할 시에 억제하기 위한 전류를 유도하는 구동 회로	
US 8098023 B2 (2010.07.30)	Driving circuit for and semiconductor device for driving laser diode	구동 전류 공급 회로로부터 구동 전류가 상승하는 경우, 발광 소자에 보조 전류를 공급하는 보조 전류 공급 회로. 발광 소자에 병렬로 연결된 복수의 덤핑 회로를 포함하는 구동 회로	

나. 국내 플레이어 특허 동향

(1) 출원동향

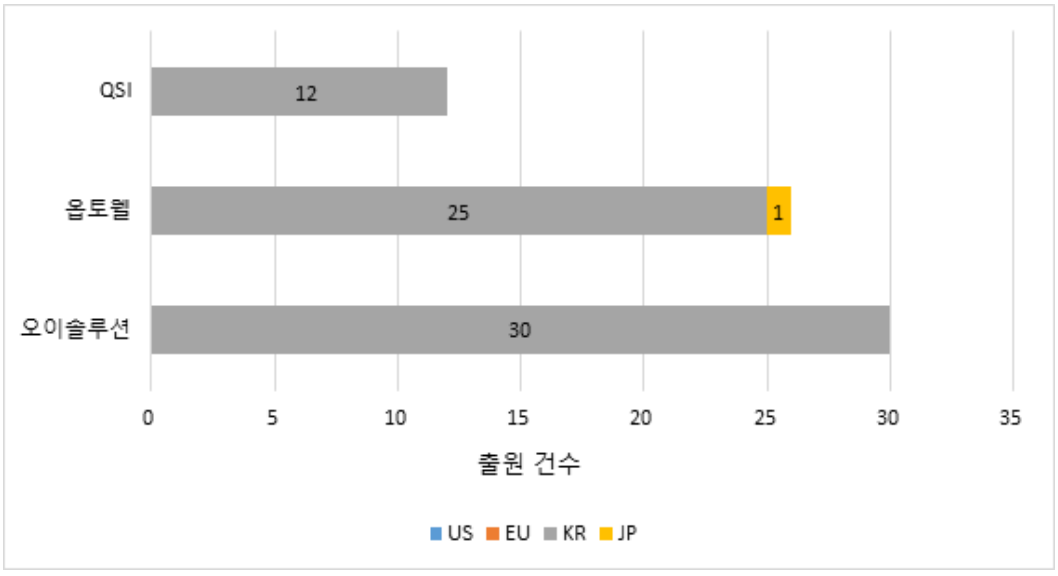
☐ 연도별 출원동향

▪ 국내 주요플레이어 각각의 출원동향을 살펴보면, 오이솔루션은 상위 3회사 중 가장 늦은 2000년대 초반부터 출원을 시작했지만 2010년대 중반과 후반 연 4 ~ 7건의 최다 출원동향을 보였으며, 옵토웰은 1990년대 중반과 2000년대부터 2010년대 초중반까지와 2010년대 후반에 연 1 ~ 4건의 출원동향을 보였고, QSI는 2000년대 초반과 후반, 2010년대 초반에만 연 2 ~ 3건의 출원을 보임



☐ 국가별 출원동향

▪ 국내 주요플레이어 각각의 국가별 출원동향을 살펴보면, 공통적으로 한국에 집중적인 출원이 이뤄지고 있는 것으로 파악되어, 국내 주요플레이어들이 자국시장인 한국시장에 집중하고 있는 것으로 조사됨

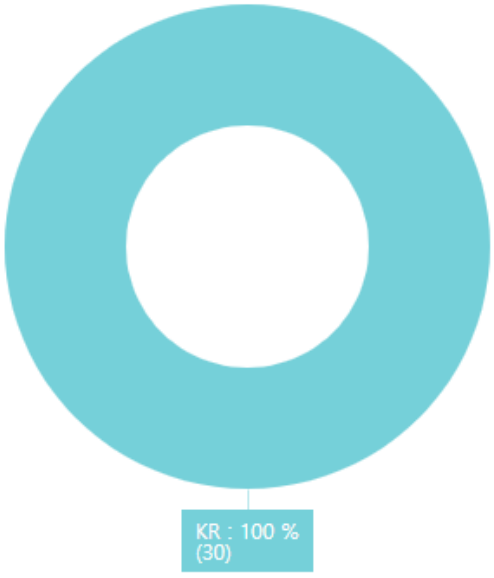


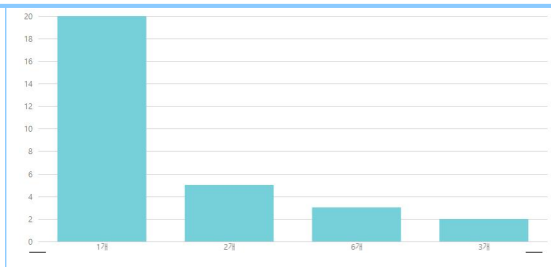
(2) 국내 플레이어 심층 분석[4)]

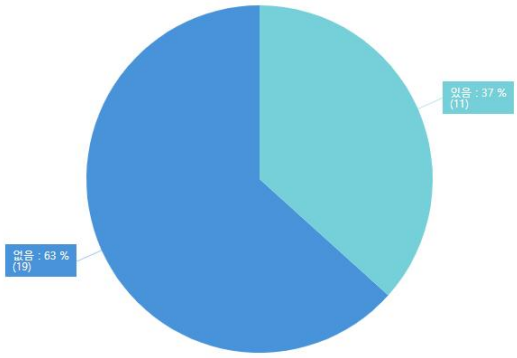
◎ 국내 대표 플레이어 심층 분석 – 오이솔루션

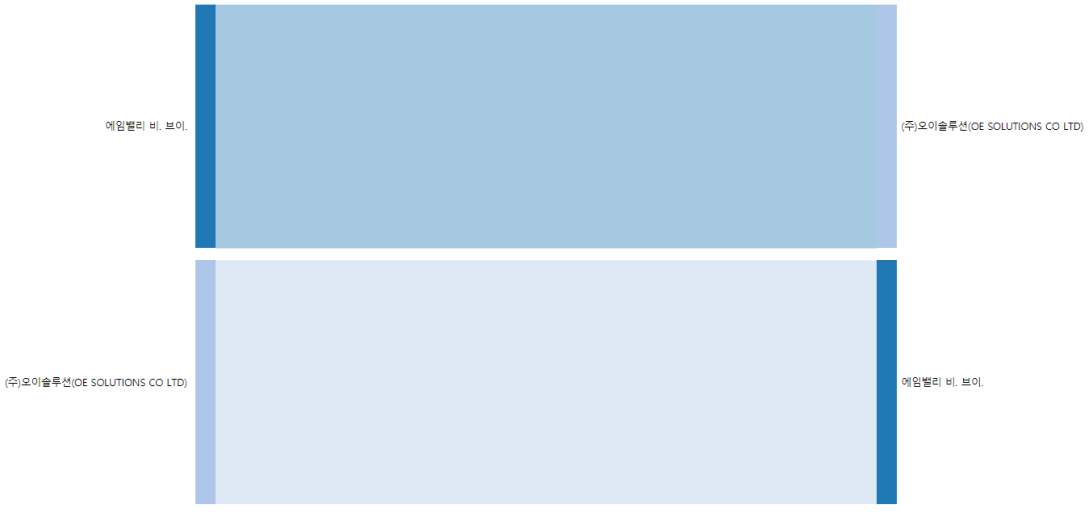
■ 2010년대 특허 출원이 증가한 후에 지속적으로 특허 출원중 (총 특허 출원 : 30건)

[오이솔루션 심층 분석]

<table>
<tr>
<td>특허
활동도
및
패밀리
국가수</td>
<td>




1, 2, 6, 3


●자국(한국) 위주의 특허 출원만 진행</td>
</tr>
<tr>
<td>공동출원인
관계도</td>
<td>


●오이솔루션은 에임밸리, 비, 브이와 공동출원한 이력 조사됨</td>
</tr>
</table>

4) PAJ(일본영문초록) 및 과거분이 분석에는 활용되지 않아, 그래프 결과와 분석 결과 간의 건수 차이가 존재할 수 있음

■ 오이솔루션의 전체 특허를 분석한 결과, 레이저 구조 및 제작 방법에 대한 특허와 특히 송신기 구조 및 패키징에 대한 특허가 많아 주로 모듈 제작에 치중하는 국내 산업을 반영함

■ 2구간(2010년~2019년)에는 레이저 다이오드, 온도 조절 및 송신부 서브 어셈블리에 대한 키워드가 많이 등장하여 소자, 부품 레벨로의 기술 전환이 진행되고 있음을 반영함

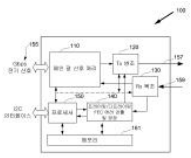
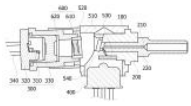
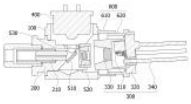
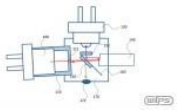
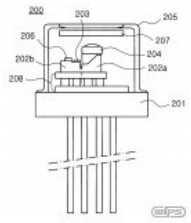
[오이솔루션 기술집중도]

<table>
<tr><td rowspan="4">스마트
클라우드</td><td colspan="2">전체구간(1990년~2019년)</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">●레이저 다이오드, 트랜 시버, 양방향 광송수신, 수신 신호, 광통 신용, 발광 소자, 광학 필터, 서브 마운트, 결합 효율, 양방향 트랜 시버, 전기 신호, 필터 홀더, 윈도우 글래스, 광수 신부, 능동 모듈, 모니터 포토 다이오드, 광트랜 시버, 온도 조절 모듈, 프리즘 렌즈, 전자 소자</td></tr>
<tr><td>1구간(2000년~2009년)</td><td>2구간(2010년~2019년)</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>●레이저 다이오드, 광통신용, 양방향 트랜시버, 결합 효율, 윈도우 글래스, 능동 모듈, 모니터 포토 다이오드, 프리즘 렌즈, 전자 소자, 모듈 구조, 집속 렌즈, 트랜시버, 메탈 하우징, 거리 공차, 설정 전압</td><td>●양방향 광송수신, 수신 신호, 트랜시버, 레이저 다이오드, 발광 소자, 전기 신호, 필터 홀더, 광수 신부, 광학 필터, 서브 마운트, 광트랜 시버, 온도 조절 모듈, 동작 온도, 서브 어셈블리, 웨이브 가이드, 처리 디바이스, 데이터 분류, 하프 필터, 모놀리식 집적 레이저, 지지 기판</td></tr>
</table>

◎ 주요 등록 특허

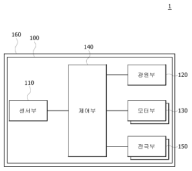
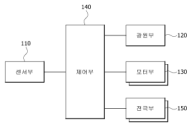
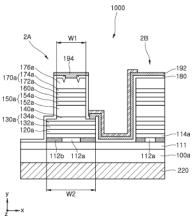
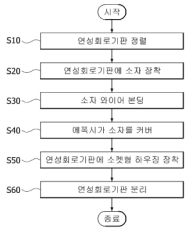
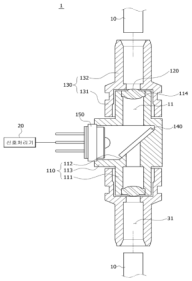
☐ 오이솔루션

[오이솔루션 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR 10-1897630 B1 (2016.03.18)	광 트랜시버의 원격 디지털 진단 모니터링 정보의 향상된 송신 및 수신	진보된 에러 정정 기술을 갖는 광 트랜시버(optical transceiver)의 원격 디지털 진단 모니터링 정보를 광학적으로 통신하는 것	
KR 10-1648877 B1 (2014.05.29)	양방향 광송수신 모듈	입사광과 출사광의 파장 대역이 좁은 경우에도 효과적으로 광신호 분리할 수 있는 양방향 광송수신 모듈	
KR 10-1576936 B1 (2014.02.28)	양방향 광송수신 모듈	광송신기의 광경로를 조절하여 광섬유의 주광선 축과 광송신기의 주광선 축을 일치시킨 양방향 광송수신 모듈	
KR 10-1127633 B1 (2010.12.14)	반사 노이즈를 감소시키는 구조를 갖는 양방향 광 서브 어셈블리	광 송신신호가 광섬유, 필터 홀더 등에 의해서 반사되어 송신부로 재 입사됨으로써 발생하는 반사 노이즈를 감소시키도록 캡 하우징의 개구의 직경값 및 필터 홀더 내의 광 송신신호가 통과하는 통로의 크기를 최적으로 설계하고, 몸체의 일부에 광을 흡수하는 흡수체를 구성하는 구조를 갖춤으로써, 반사 노이즈를 감소시키는 구조를 갖는 양방향 광 서브 어셈블리	
KR 10-1053169 B1 (2009.07.21)	SiOB를 이용한 TO CAN 평행광 패키지	광 결합 효율을 향상시켜 광 출력 을 높여 장거리 전송이 가능하게 하고, 제조공정의 단순화 및 비용을 절감하게 하는 양방향 BOSA(Bi-directional Optical Sub-Assembly)용의 TO-CAN 평행광 패키지 및 제조 방법	

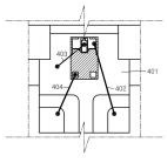
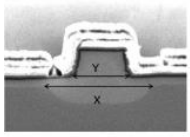
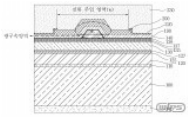
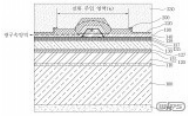
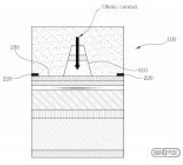
☐ 옵토웰

[옵토웰 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR2033421 (2018.04.19.)	여성용 레이저 치료 장치	여성의 질 내부에 삽입하여 질 내벽에 대한 저주파와 진동에 의한 자극 치료 및 다파장 레이저에 의한 광 치료 등을 수행하는 레이저 치료 장치에 관한 것	
KR1958845 (2017.11.29.)	여성용 레이저 치료 장치	여성의 질 내부에 삽입하여 질 내벽에 대한 저주파와 진동에 의한 자극 치료 및 다파장 레이저에 의한 광 치료 등을 수행하는 레이저 치료 장치에 관한 것	
KR1852343 (2016.06.10.)	병렬 적층 구조를 가지는 레이저 다이오드 및 이의 제조 방법	높은 집적도를 확보할 수 있는 레이저 다이오드의 제조 방법에 관한 것	
KR1327989 (2012.06.07.)	광송수신 모듈 제조방법	연성회로기판과, 연성회로기판에 장착되는 소자 및 소자에 장착되는 소켓형 하우징을 포함하여, 광송수신 모듈의 생산성을 향상시키고 소형화가 가능한 광송수신 모듈 제조방법에 관한 것	
KR1425044 (2012.06.07.)	수광 서브어셈블리	광섬유와의 연결을 배제하여 치수를 줄이고 생산성을 향상시키는 수광 서브어셈블리에 관한 것	

☐ QSI

[QSI 주요특허 리스트]

등록번호 (출원일)	명칭	기술적용분야	도면
KR 10-1492321 B1 (2013.03.15)	서브마운트형 포토다이오드를 구비한 리드 프레임 타입 레이저다이오드 모듈	수광소자를 레이저다이오드의 발진면 후방에 서브마운트 역할을 겸하도록 서브형으로 구성하고, 배선을 위한 전선 간 중첩이 없도록 배선 경로를 고려하여 서로 멀리 떨어진 위치에 전극을 배치하는 전극 패턴을 설계	
KR 10-1348493 B1 (2012.03.13)	레이저 다이오드 구조 및 그 제조방법	윈도우 구조를 적용한 레이저 다이오드의 항복전압을 향상시킬 수 있는 레이저 다이오드 구조 및 그 제조방법	
KR 10-1093090 B1 (2011.01.28)	레이저 다이오드의 구조	고출력 레이저 다이오드의 광 구속 기능을 강화해 빔의 갈라짐 현상을 제거하여 빔 모음 효과를 증대시킨 레이저 다이오드의 구조 및 그 제조 방법	
KR 10-1060133 B1 (2009.05.29)	레이저 다이오드의 제조 방법	리지 도파로(ridge wave guide) 방식을 채용한 고출력 레이저 다이오드의 구조 및 그 제조 방법	
KR 10-1060132 B1 (2009.04.28)	레이저 다이오드의 구조	리지 도파로식 레이저 다이오드의 전류 제한층의 구조를 개선하여 레이저 빔에 간섭선을 발생시키는 빛의 간섭 현상을 제거하여 빔 형상을 양호하게 함과 동시에 쇼트키 접촉(Schottky Contact)에 의한 누설 전류의 발생을 제한하여 동작 전류의 증가 없이 빔의 형상을 개선	

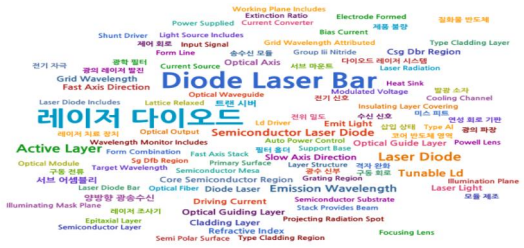
다. 특허기반 기술이슈 도출

◎ 주요 플레이어 키워드 분석(국내외 6개사)

- 총 6개사의 전체 특허를 분석한 결과, 레이저 다이오드. 레이저 다이오드 바, 구동 전류, 활성층(Active layer) 등의 키워드가 주를 이루며 그밖에 레이저 다이오드 개발을 위한 다양한 키워드들이 고르게 도출되는 것으로 분석됨

- 2구간(2010년~2019년)에는 레이저 다이오드 바, Tunable laser 등 다파장 광원에 대한 키워드들이 도출되고 서브 어셈블리, 구동 전류 등 레이저 모듈에 대한 특허도 고르게 도출됨

[특허 키워드 변화로 본 기술개발 동향 변화]

<table>
<tr><td rowspan="4">스마트
클라우드</td><td colspan="2">전체구간(1990년~2019년)</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">•레이저 다이오드, Laser Diode, Diode Laser Bar, Active Layer, Diode Laser, Semiconductor Laser Diode, 구동 회로, 구동 전류, Optical Fiber, Driving Current, Cladding Layer, Bias Current, Modulation Current, Optical Output, Emission Wavelength, Ld Driver, Fast Axis, Tunable Ld, 바이어스 전류, 변조 전류</td></tr>
<tr><td>1구간(2000년~2009년)</td><td>2구간(2010년~2019년)</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>•레이저 다이오드, Laser Diode, Diode Laser, Diode Laser Bar, 구동 회로, 구동 전류, Driving Current, 변조 전류, Modulation Current, Active Layer, Slow Axis, Fast Axis, Ld Driver, Optical Transmitter, 바이어스 전류, 화합물 반도체, Semiconductor Laser Diode, Bias Current, Optical Output, Extinction Ratio</td><td>•Diode Laser Bar, 레이저 다이오드, Active Layer, Laser Diode, Tunable Ld, Emission Wavelength, Semiconductor Laser Diode, Fast Axis Direction, Optical Axis, 서브 어셈블리, Driving Current, Optical Guiding Layer, Cladding Layer, Core Semiconductor Region, Optical Guide Layer, 트랜시버, Diode Laser, Laser Light, Grid Wavelength</td></tr>
</table>

6. 전략제품 기술 개발 전략

가. 중소기업 기술 개발 전략

□ 광통신용 레이저 다이오드는 100Gbps 이상의 하이앤드 제품의 경우 기술적 난이도가 매우 높아 미국, 일본, 독일 등 일부 선진국에서만 기술을 확보한 상황

- 레이저 다이오드 개발에는 우수한 인력, 시설 및 상당한 개발 자금이 필요하나 중소기업 위주의 국내 업체들이 개발하기는 쉽지 않음

□ 국내에서는 연구소에서 국책 과제 수행을 통해 통신용 초고속 레이저 다이오드에 대한 연구를 수행해오고 있으며 세계 수준의 결과를 확보하였으나 상용화 연결은 미흡한 실정

- 국내 칩 생산업체와의 기술 격차 및 기반 미비로 상용화 추진이 어려웠으나 최근 상용화를 위한 노력이 시작되는 중

□ 광통신에 대한 수요 증가 및 국내 광트랜시버 업체의 성장에 따라 국내에서도 하이앤드 칩에 대한 요구가 증가하고 있으나 생산업체가 없어 전량 수입에 의존 중

- 최근 일본의 수출 규제와 세계적인 수직 계열화 등으로 칩 수급에 어려움이 예측되어 국내 칩 생산 기반 확보가 반드시 필요

□ 최근, 대용량 데이터 서비스의 급격한 증가로 통신 트래픽이 폭증하고 있느데, 이에 대응하기 위해서는 고속 변조가 가능한 광원 기술, 광트랜시버(특히 광소자, 광부품)의 속도를 높이는 기술이 요구

- 대부분 일부 선진국에서 기술을 확보, 우리나라는 몇몇 국책연구소에서 연구를 진행 중이고, 상용화까지는 아직 거리가 멀리 있음

□ 따라서 국책연구소를 중심으로 체계적인 기술 개발 및 이를 국내 업체에 기술 지원을 통해 상용화를 유도하는 것이 바람직함

나. 핵심기술 리스트

[통신용 레이저 다이오드 소재·부품분야 핵심기술]

요소기술	개요
레이저 다이오드 설계 기술	•다양한 구조의 레이저 다이오드 제작을 위한 설계 기술로 적용 파장 및 용도에 따른 에피 설계 기술, 효율 향상 및 저전력 구동을 위한 구조 설계 기술, 고속 동작을 위한 전극 설계 기술 등이 포함
레이저 다이오드 에피 기술	•우수한 특성의 레이저 다이오드 제작을 위한 고품위 에피 기술로 에피 기술이란 레이저의 특성 및 요구 파장에 맞게 화합물 성분 및 도핑 수준을 조절하여 양질을 기판 성장을 말하며 레이저 다이오드 제작 시 패턴 형성 후 재성장 기술도 포함
단일 레이저 제작 기술	•광통신을 위한 다양한 용도의 단일 채널 광원 제작 기술로 DML, EML, TLD 등 다양한 종류의 레이저 다이오드 제작 기술을 말하며 이를 위해서는 박막 증착, 식각, 금속 패턴 형성 등 다양한 반도체 공정 기술을 포함
고집적도 레이저 제작 기술	•데이터 전송 용량 증가에 따라 다채널 광원 또는 다양한 수동소자와 레이저 다이오드가 단일 집적된 소자 제작이 필요하며 이를 위해 단위소자 최적화 및 집적 기술 개발 등의 반도체 설계 및 제작 기술이 필요
레이저 모듈(TOSA) 제작 기술	•레이저 다이오드과 광트랜시버에 적용되기 위해서는 모듈 패키징 작업이 필요한데 변조 속도 증가 및 집적도 향상에 따라 레이저 모듈 제작 기술이 레이저 다이오드 설계 및 제작 기술과 병행하여 기술 개발이 필요

다. 기술이전 관련 정보

☐ 레이저 다이오드(한국전자통신연구원, 10-2021-0130939 (2021.11.02))

■ 레이저 다이오드는 제1 도전형을 갖는 제1 반도체층; 상기 제1 반도체층의 제1 면 상에 제공되는 활성층 상에 제공되며, 상기 제1 도전형과 다른 제2 도전형을 갖는 제2 반도체층 및 상기 제1 면에 대향하는 상기 제1 반도체층의 제2 면 상에 제공되는 전극을 포함하되, 상기 전극은 상기 제2 면으로부터 상기 활성층을 향해 상기 제1 반도체층 내부로 연장되는 방열 패턴을 포함할 수 있음

☐ 파장선택 레이저 다이오드 및 그를 포함하는 광통신 장치(한국전자통신연구원, 10-2021-0125124 (2021.10.18))

■ 다이오드는 게인 영역, 상기 게인 영역에 이격하는 튜닝 영역, 및 상기 튜닝 영역과, 상기 게인 영역 사이의 위상 조절 영역을 포함하는 기판과, 상기 기판 상의 도파로 층과, 상기 도파로 층 상의 클래드 층과, 상기 게인 영역 및 상기 튜닝 영역의 상기 기판 또는 상기 클래드 층 상에 배치된 격자들을 포함함

☐ 레이저 다이오드, 광 집적 소자, 및 이의 제조 방법(경북대학교 산학협력단, 10-2196386-0000 (2020.12.22))

■ 광 집적 소자는 기판, 상기 기판 상의 TM 모드(transverse magnetic mode)로 발진하는 제1 레이저 다이오드, 및 상기 기판 상의 TE 모드(transverse electric mode)로 발진하는 제2 레이저 다이오드를 포함하되, 상기 제1 레이저 다이오드는 원판 형상의 제1 바디 및 상기 제1 바디를 관통하는 관통홀들을 포함할 수 있음

☐ 고출력 위상 천이 분포 궤환 레이저 다이오드(한국전자통신연구원, 10-2020-0083149 (2020.07.08))

■ 레이저 다이오드는 레이저 다이오드 영역과 위상 조절 영역을 갖는 기판과, 상기 기판 상의 도파로 층과, 상기 도파로 층 상의 클래드 층과, 상기 레이저 다이오드 영역의 상기 클래드 층 내의 그레이팅과, 상기 레이저 다이오드 영역에 인접하는 상기 기판, 상기 도파로 층 및 상기 클레드 층의 일측 측벽에 배치되는 무반사막과, 상기 위상 조절 영역에 인접하는 상기 기판, 상기 도파로 층 및 상기 클래드 층의 타측 측벽에 배치되는 고반사막을 포함

☐ 레이저 다이오드 바 모듈(국방과학연구소, 인하대학교 산학협력단, 10-2020-0073741 (2020.06.24))

■ 레이저 다이오드 바 모듈은, 레이저 다이오드를 통해 레이저 광을 방출하는 발열체와, 상기 발열체의 하단에 배치되며, 상기 발열체에서 발생되는 열을 배출하는 히트싱크와, 상기 발열체가 배치되지 않은 상기 히트싱크의 상부 전면에 도포되는 고열 전달 물질을 포함할 수 있음

☐ 레이저 다이오드 바 구조체 및 적층형 레이저 다이오드 바 패키지(국방과학연구소, 인하대학교 산학협력단, 10-2020-0073768 (2020.06.24))

■ 레이저 다이오드 바 구조체는, 히트싱크와, 상기 히트싱크의 일측 상부의 소정 위치에 배치되는 레이저 다이오드(laser diode)의 캐소드 전극과, 상기 히트싱크의 타측 상부의 소정 위치에 형성된 레이저 다이오드 바(laser diode bar)와, 상기 캐소드 전극과 상기 레이저 다이오드 바의 전극을 전기적으로 연결하는 금속 배선과, 상기 히트싱크의 양쪽 측면의 소정 위치에 각각 형성된 한쌍의 음각 고정부를 포함할 수 있음

☐ 레이저 다이오드 기반의 광대역 단측파대 신호 생성장치 및 방법(한국전자통신연구원, 10-2020-0072921 (2020.06.23))

■ 레이저 다이오드 기반의 광대역 단측파대 신호 생성장치는 광학 캐리어 신호를 수신하여 두 개의 경로에 대응되도록 분할하는 제 1 광학 커플러, RF 신호에 대하여 힐버트 변환(Hilbert Transform)을 수행하는 하이브리드 커플러, 상기 힐버트 변환된 RF 신호를 이용하여 상기 분할된 광학 캐리어 신호의 광출력 파워를 변조하는 제 1 및 제 2 슬레이브 레이저 및 상기 광출력 파워가 변조된 광학 캐리어 신호를 수신하여 단측파대 신호로 출력하는 제 2 광학 커플러를 포함

☐ 레이저 다이오드 칩 제조방법 및 그것을 포함하는 레이저 다이오드 패키지(한국광기술원, 10-2020-0040408 (2020.04.20))

■ 레이저 다이오드 패키지에 있어서, 외부 기판과 연결하는 리드를 포함하는 스템(Stem)과 상기 스템 상에 증착되는 열전소자(TEC)와 상기 열전소자 상에 증착되며, 증착되는 방향으로 레이저를 조사하는 레이저 다이오드 칩과 상기 레이저 다이오드 칩에서 조사되는 레이저의 각도를 조절하는 렌즈 및

상기 레이저 다이오드 패키지 내 구성을 외력으로부터 보호하는 캡을 포함하며, 상기 레이저 다이오드 칩은 서브 마운트 및 레이저 다이오드를 포함하고, 상기 서브 마운트는 평평한 부분과 상기 평평한 부분의 주변으로 경사진 부분을 갖도록 식각되고, 상기 경사진 부분 모두에 레이저를 반사시키는 반사막이 도포되며, 상기 평평한 부분 상에 상기 레이저 다이오드가 증착되는 것을 특징으로 하는 레이저 다이오드 패키지를 제공함

☐ 수동 정렬이 가능한 고출력 레이저 다이오드 광모듈(한국광기술원, 10-2020-0036222 (2020.04.07))

■ 고출력 레이저 다이오드와 FAC(Fast Axis Collimator) 렌즈와 SAC(Slow Axis Collimator) 렌즈 및 상기 고출력 레이저 다이오드가 삽입될 제1 삽입부, 상기 FAC 렌즈가 삽입될 제2 삽입부 및 상기 SAC 렌즈가 삽입될 제3 삽입부를 포함하는 고출력 레이저 다이오드 광 모듈용 서브마운트를 포함하는 것을 특징으로 하는 광모듈을 제공함

☐ 다파장 레이저다이오드의 빔 컴바이너, 그 빔 컴버이너 제어 장치 및 방법(단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단, 10-2020-0001967 (2020.01.07))

■ 기존에 비해 구성요소가 적고 더욱 콤팩트 설계로 제작비용을 절감하고, 빔 결합효율을 극대화 할 수 있는 다파장 레이저다이오드의 빔 컴바이너, 그 빔 컴버이너 제어 장치 및 방법에 관한 것임