

2020년 대표성과 후보 추천 요약서

[1] 성과요약서

성과유형	기초·미래선도형 (0) 산업화형 () 국가·사회문제해결형 ()			
세부과제명 (세부과제번호)	데이터센터 통신용량 증대를 위한 저전력 On-Board 집적 400Gbps 광송수신 엔진 기술(2018-0-00220)			
성과목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ On-Board 집적 400Gbps 광송수신 엔진 기술 개발 - 채널당 112Gbps 전송용 광원 및 광검출기 칩 기술 개발 - 초소형 On-Board 집적 기반 400Gbps 광송수신 엔진 기술 개발 - On-Board 집적용 400Gbps 광송수신 엔진 구동보드 기술 개발 			
총연구기간	2018년 02월 ~ 2020년 12월			
총연구비	총 6,283 백만원		정부: 6,283 백만원 민간: 0 백만원	
성과책임자 정보	연구자 성명	직할부서	연구본부/연구실	직위/직급
	백 용 순	ICT창의연구소	광무선원천연구본부	본부장/책임
성과정보				
성과내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대면적 데이터센터용 400G 광송수신 엔진 세계 최초 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 기존보다 전송속도 4배, 집적도 2배 향상으로 데이터 처리용량 8배 증가 - KBS, YTN, TJB 등 방송 및 신문을 통한 400G 광송수신 엔진의 세계 최초 개발 홍보 ○ 대면적 데이터센터, 이동통신 기지국 등에 쓰일 수 있는 400Gbps 신호 전송용 광송수신 엔진을 개발하였으며 5기가바이트 용량의 Full HD 영화를 1초에 10편을 보낼 수 있음 ○ 기존 광소자 대비 전송속도가 4배 빠른 채널당 112Gbps 전송이 가능한 변조기집적 레이저 (EML) 소자를 구현하였으며, 4채널의 광원, 광검출기와 광송신부, 광수신부, 전자소자 등이 집적되어 총 400Gbps의 데이터 전송이 가능한 초소형 광송수신 엔진을 개발 ○ 채널당 전송속도는 4배 빨라지고, 광송수신 엔진 크기는 반으로 줄여 총 처리 용량이 최대 8배로 증가되었고, 이로 인하여 기존 라인카드의 처리 용량이 최대 3.2TB(테라바이트)였으나 새로 개발된 기술을 적용하면 최대 25.6TB까지 증가시킬 수 있음 ○ 400Gbps 광송수신 엔진을 자체 개발한 구동보드에 On-Board 레이아웃으로 장착하여 세계적 최고 수준의 채널당 112Gbps 광송수신 전송 특성을 확보하였음 			
대표성과1	<ul style="list-style-type: none"> ○ (SCI논문) Optical Subassembly Modules Using Light Sources Butt-Coupled with Silica-Based PLC, IEEE PTL, Vo.32, No.2, IF 2.451, 2020년 1월 15일 ○ (SCI논문) Compact Hybrid-Integrated 4×80-Gbps TROSA Module Using Optical Butt-Coupling of DML/ SI-PD and Silica AWG Chips, IEEE JLT, <i>under revision</i>, IF 4.288, 2020년 9월 15일 투고 ○ (우수학술대회) A Hybrid-Integrated 400G TROSA Module Using Chip-to-Chip Optical Butt-Coupling, OFC 2020 M1F.3, 2020년 3월 9일 ○ (우수학술대회) Bandwidth Enhancement of Directly Modulated Lasers Butt-coupled with Silica-Based AWG by External Optical Feedback Effect, OFC 2020 M2A.7, 2020년 3월 9일 ○ (특허) 광모듈 및 솔더볼 접합 구조체, 10-2019-0012299(한국), 6/572089(미국), 출원 ○ (특허) 광송신 모듈, 2020-0009151, 2020년 1월 23일, 출원, 한국 ○ (특허) 전계 흡수형 변조기 소자, 2020-0043077, 2020년, 4월 9일, 출원, 한국 			
대표성과2	<ul style="list-style-type: none"> ○ (기술이전) O-band 대역 25Gbps 전계흡수형 레이저다이오드 기술 (300백만원, 2019년 12월) ○ (언론홍보) KBS, YTN, TJB 등 방송 및 신문을 통한 400G 광송수신 엔진 세계 최초 개발 홍보 			
<p>- 대표성과 선정 시 대상선정을 위해 직원투표(홈페이지 게시)에 동의합니다. 동의 <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>※ 공개 항목 : 연구자, 소속, 직위, 성과명, 연구비, 성과내용 등 후보추천서 기재사항</p> <p>- 사실과 다른 내용이 포함되거나 중대한 오류가 발견된 경우에는 선정이 취소될 수 있음을 확인합니다.</p>				
2020년 12월 15일 확인자 백 용 순 (인)				

2020년 대표성과 후보 추천서

[2] 2020년 우수성과 내용

1. 성과명

On-Board 집적 400Gbps 광송수신 엔진 개발

2. 성과내용

기술개발 목표달성도

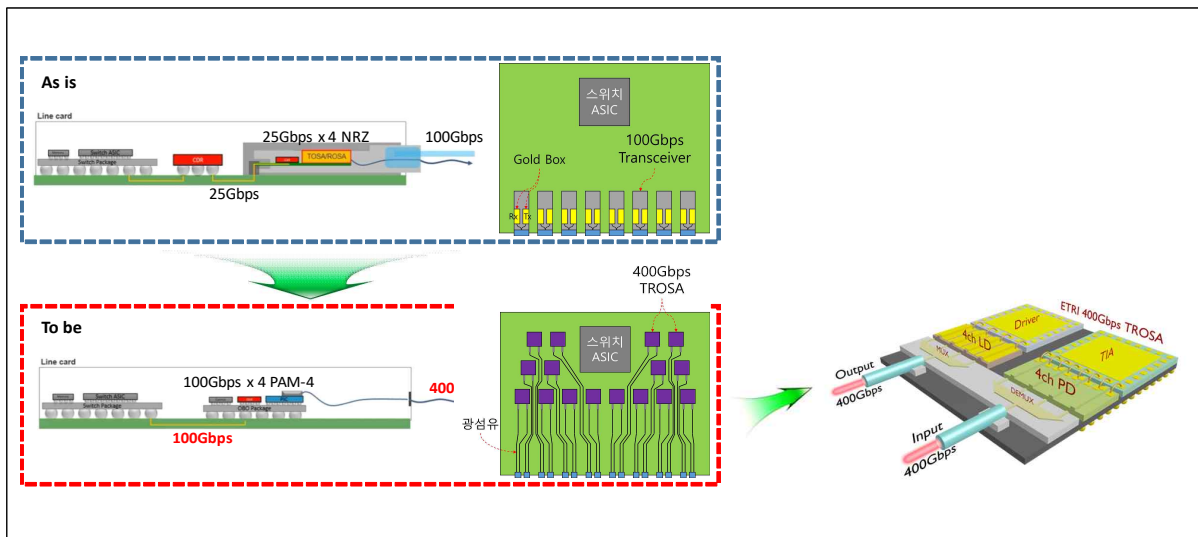
기술적 선점이 필요한 분야

- 채널당 112Gbps 동작이 가능한 광소자 칩 기술(EML 및 DML* 광원, 렌즈 집적형 광검출기)
 - 교체형 On-Board 집적 저전력 400Gbps 광송수신 엔진 기술
- *EML(변조기 집적광원): Electro-absorption Modulated Laser, DML(직접변조광원): Directly Modulated Laser

기술개발 목표

- 채널당 112Gbps 동작 광소자 칩 및 교체형 On-Board 집적 패키징 기술을 통한 저전력 400Gbps 광송수신 엔진 개발
- (목표 ①) 채널당 112Gbps 전송용 광원 및 광검출기 칩 기술 개발
- (목표 ②) 초소형 On-Board 집적 400Gbps 광송수신 엔진 기술 개발
- (목표 ③) On-Board 집적용 400Gbps 광송수신 엔진 구동보드 기술 개발

<기술개발 개념도>



□ 기술개발 목표의 달성성과 및 핵심기술 확보

[개발목표 ①]

➔ (달성성과) 세계 최고 수준의 112Gbps 동작용 광원 및 광검출기 개발

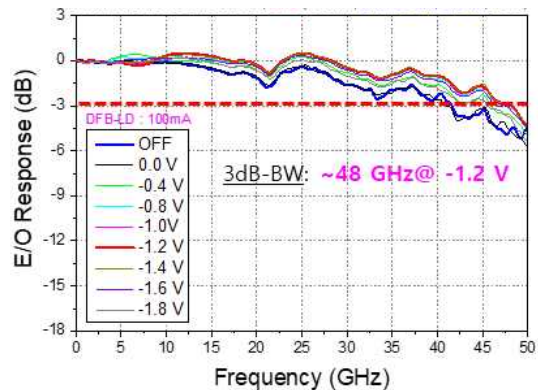
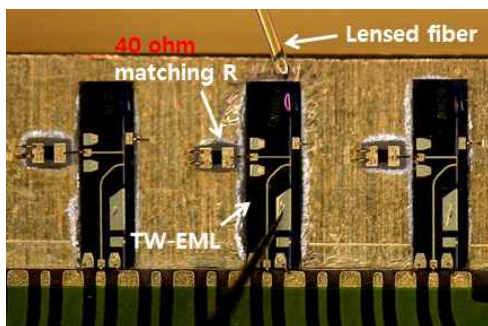
➔ (핵심기술 확보)

- 세계 최고 수준의 3dB 변조 대역폭(> 48GHz)을 갖는 112Gbps PAM4* 변조기 집적(EML) 고출력 광원 기술
- 고온(70°C)동작 56Gbps PAM4 직접변조(DML) 광원 기술
- 112Gbps PAM4 동작용 표면 입사형 광검출기 및 광결합 효율 향상을 위한 렌즈 집적기술

*PAM4(Pulse Amplitude Modulation 4): 4단계의 광세기 변조를 통해 하나의 심볼로 2비트 전송을 하는 방식



<개발된 EML, DML 광원 칩 및 렌즈집적 광검출기 칩>



<EML 광원 칩의 3dB 변조 대역폭 측정결과>

[개발목표 ②]

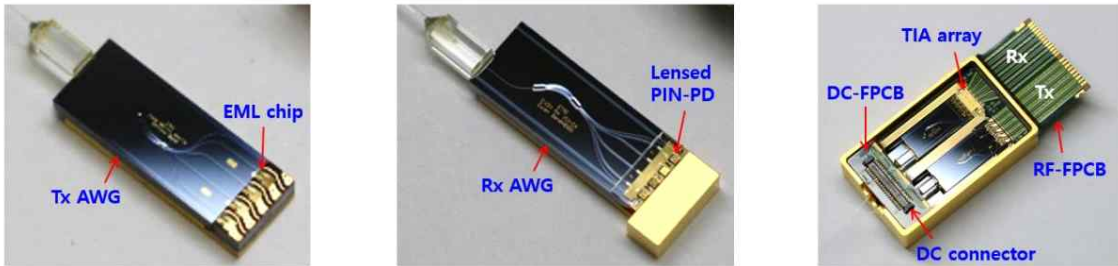
➔ (달성성과) 세계 최초 On-Board 집적 400Gbps 광송수신 엔진 개발

➔ (핵심기술 확보)

- 채널당 112Gbps PAM4 동작 교체형 On-Board 집적 패키징 기술
- 세계 최초 EML 기반 송수신 일체형 400Gbps 광송수신 엔진 구현 기술
 - 전 채널 1dBm 이상의 변조 광출력 세기 및 채널당 112Gbps 광송수신 동작 특성 확보 (10km 전송)
- DML 기반 200Gbps 광송수신 엔진 구현 기술
 - 저 인가 전류(60mA)에서 25GHz의 변조 대역폭 및 전 채널 1dBm 이상의

변조 광출력 세기 확보

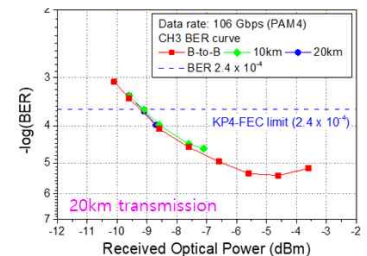
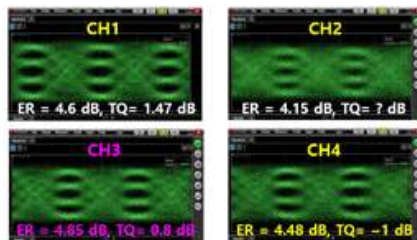
- . 채널당 56Gbps 광송수신 동작특성 확보 (2km 및 10km 전송)
- 초소형 평면광회로(PLC; Planar Lightwave Circuit) 기반 파장다중화/역다중화기 개발 및 광원/광검출기와의 안정적 광결합 기술 확보
- 고주파 전자회로 기판 설계 및 패키징을 통한 초소형 광송수신 엔진 제작
 - . 광송수신 일체형 제작, 라인카드 및 광트랜시버 탈부착 가능 구조
- 광송신 및 광수신 서브모듈의 신뢰성 시험
 - . -40~85도 온도 사이클링 신뢰성시험 110회 통과
 - . 85도, 85% 습도 환경의 고온고압 신뢰성시험 1000시간 통과



<개발된 광송신 서브모듈, 광수신 서브모듈 및 400Gbps 광송수신 엔진>

[개발목표 ③]

- ➔ (달성성과) On-Board 집적용 400Gbps 광송수신 엔진 구동보드 기술 개발
- ➔ (핵심기술 확보)
 - 채널당 112Gbps PAM4 신호 동작용 구동보드 설계, 제작 및 측정 기술
 - . 400G PAM4 DSP 전자소자 집적시 구동보드의 임피던스 정합 기술
 - . PAM4 DSP 전자소자 집적 구동보드 최적화 및 고주파 측정 기술 확보
 - 112Gbps PAM4 신호 생성 및 Offline-DSP에 의한 신호 전송 기술 확보
 - 112Gbps PAM4 전자소자 및 마이크로 프로세서 제어를 위한 펌웨어 기술
 - EML 기반 400G 광송수신 엔진을 통한 채널당 112Gbps 신호의 안정적 10km 전송특성 확보 및 최대 20km 전송 성공
 - 구동보드 최적화를 통한 DML 기반 광송수신 엔진의 채널당 112Gbps 신호 전송 가능성 확인



<개발된 400Gbps 광송수신 엔진 구동보드 및 4채널 112Gbps 신호의 송수신 전송특성>

3. 우수성 및 차별성

기술수준 향상 성과

- 세계 최초로 광송수신 일체형 112Gbps 4채널 기반 초소형 On-Board 집적 400Gbps 광송수신 엔진 개발
- 112Gbps PAM4 초고속 신호 생성을 위한 반도체 광원 및 광검출기 칩 개발
- 초소형 광트랜시버와 라인카드에 모두 적용 가능한 On-Board 집적 400Gbps 광송수신 광송수신 엔진 모듈 기술 개발
- 채널당 동작 속도를 기존 28Gbps에서 4배 향상된 112Gbps로 증대
- 라인카드당 광송수신모듈의 실장 밀도 2배(32개 ⇒ 64개) 향상을 통해 스위치 라인카드 데이터 처리 용량을 현재 최대 3.2Tbps에서 25.6Tbps로 증가

기술수준 공인 성과

- 세계 최대 광통신국제학회인 OFC 2020에서 400Gbps 광송수신 광학엔진 기술과 관련된 논문 2편 구두 발표(미국 San-Diego, 2020년 3월 9일)
- 400Gbps 광송수신 엔진 관련 SCI 논문 1편 게재(IEEE PTL; Photonic Technology Letters; Vol. 32, No. 2, IF 2.451, 2020년 1월 15일)
- DML 기반 광송수신 엔진 관련 SCI 논문 1편 투고 및 수정 중(IEEE JLT; Journal of Lightwave Technology; IF 4.288, under revision)
- 본 과제와 관련된 연구결과를 국내학회논문으로 8편 발표
- EML 광원기술 개발 관련 국내 기업에 기술이전(착수기본료: 3억원, 매출정률: 1.25%) 및 상용화 진행 중
- KBS, YTN, TJB, KBS World News 등 방송 및 신문을 통한 400G 광송수신 엔진의 세계 최초 개발 홍보



<KBS 방송 홍보>



<400G 광송수신 엔진>

4. 성과의 활용도 및 파급효과

경제 활성화 효과

기업 경쟁력 향상

- 현재 100Gbps 광모듈 대비 4배 전송용량, 2배 이상의 실장 밀도 향상과 광학 엔진 구현을 통해 **초소형(50%), 저전력(50%)**의 우수한 기술경쟁력 확보
- On-Board 광학엔진 기술은 기존 100G TOSA/ROSA에서 요구되는 고가의 Gold Box가 필요치 않아 **저가격화(40% 이상)**의 장점 확보
- 저전력, 고밀도, 고신뢰 112Gbps 광통신 소자 기술의 선도적 개발을 통하여 **초고속 광소자/부품 확보 및 국산화를 통한 국내기업의 국제경쟁력 확보**에 기여함

산업 경쟁력 향상

- 400G급 광송수신 엔진의 선도적 개발로 인공지능(AI), 빅데이터, IoT 등의 서비스로 대규모 수요가 예측되는 AI 데이터센터 통신 시장에서의 선점 효과가 기대됨
- 초고속 광원은 기술 개발 난이도로 세계적으로 소수 업체만이 기술 확보가 가능하여, 개발된 칩의 기술이전을 통해 국내 기업의 해외시장 진출 기여
- 개발된 광원 기술을 활용하여 현재 전량 수입에 의존하고 있는 5G 프론트홀용 25G EML 국산화가 진행 중에 이를 통해 수입대체는 물론 해외 진출도 추진 중임

경제적 파급효과

- 데이터센터용 광트랜시버시장은 2023년에 71억불에 이를 전망이며 400G 시장은 연평균 206%로 빠르게 성장하여 2023년에 17억불에 이를 것으로 예측됨(IHS, 2019)
- 2019년까지 100G 이더넷트랜시버 수요가 급증할 것으로 전망되며, 2019년 이후 400G 광트랜시버가 시장을 주도할 것으로 예측됨

국가·사회적 파급효과

- **해결해야 할 국가·사회문제**
 - 제4차 산업혁명의 핵심인 대용량 데이터 기반의 지능형 디지털 서비스의 원활한 제공에 기여
- **성과에서 개발된 기술적 솔루션**
 - 세계 최고 수준의 채널당 112Gbps 동작 가능한 광원 기술의 확보
 - 전송용량, 실장 밀도 향상이 가능한 광송수신 엔진의 기술적 솔루션 확보
 - 채널당 112Gbps 기반 Offline-DSP 신호처리 기술, PAM4 DSP 전자소자 구동보드 및 펌웨어 기술 확보
- **국가·사회적 파급효과**
 - 통신용량 증대와 데이터센터 에너지 소모 절감을 통해 인공지능, 클라우드, 빅데이터 등 서비스 활성화에 기여하고 국민들의 삶의 질 향상에 기여함