

2024 하반기 유럽 반도체 연구 및 정책 동향

작성자: 오석윤(반도체 분야 KERC 서포터즈)

인공지능(AI)의 비약적인 발전과 함께 이를 뒷받침할 수 있는 고성능 반도체 기술에 대한 수요가 급격히 증가하고 있다. 그러나 기존 실리콘 기반 반도체 기술은 극자외선(EUV) 공정을 통한 회로 미세화에서 물리적 한계에 직면하고 있으며, 단순 미세화를 통한 성능 향상은 점점 더 어려워지고 있다. 이러한 기술적 병목을 돌파하기 위한 대안으로 **실리콘 포토닉스(Silicon Photonics)**¹⁾ 기술이 급부상하고 있다.

실리콘 포토닉스는 전자 회로에 광학 소자를 결합하여 전자 대신 빛으로 데이터를 처리하는 기술로, 고속성, 저전력, 고집적 특성을 바탕으로 차세대 통신 및 컴퓨팅 인프라의 핵심 기술로 주목받고 있다. 최근에는 **유리 기판** 위에 다양한 광학 소자를 집적하고 이를 실리콘 회로와 융합하는 기술이 발전함에 따라, **광 트랜시버**를 포함한 고속 광통신 부품의 상용화가 가속화되고 있다. 이는 데이터 센터 내 서버 간 고속 연결, AI 모델 학습 및 추론 속도 향상 등 실질적인 성능 개선으로 이어지고 있다.

특히 실리콘 포토닉스는 AI 반도체의 연산 병목을 해소할 수 있는 핵심 솔루션이다. 광신호를 이용한 데이터 처리는 전통적인 전기 신호 대비 훨씬 빠르고 에너지 효율적이기 때문에, 대규모 AI 모델을 운영하는 데이터 센터에서 필수 기술로 부상하고 있다. 또한 CMOS 공정과 호환되는 생산 방식 덕분에 대량 제조가 가능하다는 점에서도 산업적 경쟁력이 매우 크다. 이러한 실리콘 포토닉스 기술은 단지 기존 반도체 기술의 보완에 그치지 않는다. **양자 기술 분야**에서도 필수적인 선행 광학 플랫폼으로서 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 양자 광원, 광자 간 얽힘 생성, 양자 게이트 구현 등에서 실리콘 포토닉스를 기반으로 한 통합 광학 회로는 필수적이며, 장기적으로는 양자 컴퓨터 및 양자 통신 시스템의 구현을 위한 핵심 인프라로 기능한다. 나아가, 양자컴퓨터와 AI가 결합되면 기존 컴퓨팅으로는 해결이 불가능했던 복잡한 문제 해결, AI 학습 시간 단축 등 새로운 가능성이 열리게 된다.

유럽은 이러한 흐름에 발맞추어 실리콘 포토닉스를 중심으로 한 고속 광통신 기술, AI 반도체, 양자광학 소자 연구에 전략적으로 투자하고 있으며, 특히 데이터 기반 AI 인프라와 양자 기술이 공존하는 미래 기술 생태계 조성을 가속화하고 있다.

결론적으로, **실리콘 포토닉스는 AI 시대를 견인하는 차세대 반도체 기술이자, 양자 정보과학으로의 진입을 위한 선행 광학 기반 플랫폼**으로서 그 역할이 점점 더 중요해지고 있다. 유리 기판, 광 트랜시버, 실리콘 포토닉스, 양자광학 기술이 융합되며 우리는 AI 성능의 극적 향상, 에너지 효율의 제고, 데이터 통신 속도의 획기적 개선이라는 새로운 기술 지평을 마주하고 있다. 이러한 혁신 기술들은 단순한 하드웨어 개선을 넘어, AI와 양자 기술이 실질적으로 연결되는 미래를 실현할 핵심 동력으로 작용할 것이다.

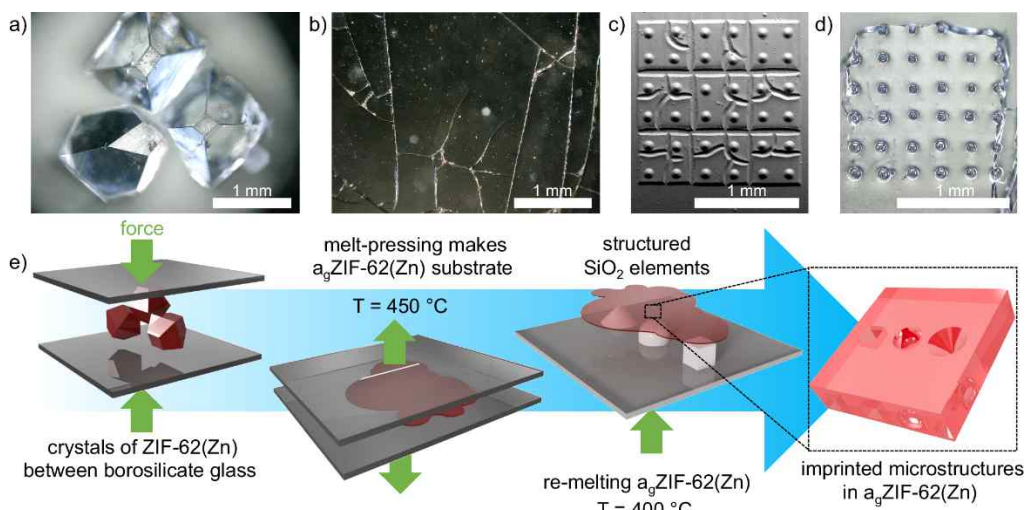
<Key words> 유리 기판(Glass Substrate), 실리콘 포토닉스(Silicon Photonics), 광트랜시버(Optical Transceiver), 양자 컴퓨터(Quantum Computer)

1. 유럽의 반도체 연구 동향

□ 유리 기판 연구

○ 개요

- (기존 반도체 패키징의 한계) 기존 실리콘 반도체 패키징은 AI 시대에 필요한 고성능 컴퓨팅 요구 사항을 충족하는 데 어려움을 겪고 있으며, 특히 반도체의 고밀도화, 고집적화로 인해 열 관리 및 신호 전송 속도에 제약이 있음. 대용량 고속 신호 전송 및 효과적인 열관리를 위해 새로운 패러다임의 반도체 생산 방식이 연구되고 있음. 이에 대한 대안으로 유리 기판을 이용하는 반도체 설계 방식이 전세계적으로 주목받고 있음
- (유리 기판의 필요성) 유리 기판은 첨단 패키징 및 광학 응용에 필수적인 소재로 주목받고 있음. 기존의 실리콘 기판과 비교하여, 유리 기판은 낮은 열팽창 계수, 우수한 열적 및 기계적 안정성, 그리고 높은 투명성을 제공하여 더 정밀한 반도체 공정을 가능하게 함. 또한 광학 부품과의 통합을 가능하게 함. 이러한 유리기판의 성장성으로 인해 2023년 시장 규모는 11억 2,622만 달러였으며, 2031년에는 22억 5,209만 달러에 이를 것으로 예상되며, 예측 기간(2024-2031) 동안 연평균 성장률(CAGR)은 9.23%임
- (기술적 한계) 하지만 유리 기판은 높은 초기 제조 비용과 복잡한 공정 요구 사항으로 인해 시장 성장에 제약이 있으며 유리 재료의 본질적인 취성은 제조 및 취급에 특별한 주의를 요구함으로 현재 기술적인 제약이 존재
- (주요연구) 광학적 품질의 ZIF-62 하이브리드 유리를 이용하여 열 프린팅 방식으로 미세 광학 소자를 제작하는 기술에 대한 연구가 대표적이며, 이러한 기술을 통해 유리기판 위에 광학소자들을 직접 연결할 수 있으며 해당 기술이 발전할수록, 광 반도체, 광 컴퓨터 그리고 양자컴퓨터 영역까지 기술 확장이 가능



(a) ZIF-62 결정 (b) 높은 광학품질의 agZIF-62 조각의 광학 현미경 사진 (c) GP-Silica

1) https://www.chosun.com/economy/tech_it/2025/04/03/SSTELNHYCVE3HKDWAKFZT7MGG4/

수지로 인쇄된 미세 구조의 대표적인 SEM (주사전자현미경) 이미지 (d) 인쇄된 마이크로 렌즈가 있는 agZIF-62 기판의 해당 광학 현미경 사진 (e) ZIF-62 결정에서 agZIF-62로 만들어진 인쇄된 마이크로 광학 부품이 입혀진 구조도 2)

○ 관련 연구기관 및 프로젝트

- (SCHOTT) SCHOTT는 반도체 산업의 첨단 칩패키징을 위한 유리 기판 수요 증가에 대응하기 위해 적극적으로 투자 및 개발을 진행 중인 독일의 대표적인 소재 전문 기업. 이 회사는 광학 품질 유리를 기반으로 한 새로운 유리 기판 생산 기술을 상용화하여 반도체 시장에서의 경쟁력을 강화하고 있음³⁾
- (Otto Schott Institute of Materials Research (OSIM))⁴⁾ 독일 예나에 위치한 Otto Schott 재료 연구소(OSIM)는 SCHOTT와 밀접한 협력 관계를 유지하며, 차세대 유리 소재 개발과 관련된 연구를 주도하고 있음. 이 연구소는 다음과 같은 연구 분야에 집중하고 있음. OSIM은 특히 광학 및 재료 연구의 선도적인 기관으로 Fraunhofer IOF와도 협력하여 반도체 산업의 요구에 부합하는 유리 기판 및 통합 기술 개발에 기여하고 있음.
 - 고품질 광학 유리 개발: 극도의 투명성과 낮은 열팽창 계수를 가진 유리를 설계 및 최적화
 - 고온 및 극한 환경용 유리 기판: 고속 통신과 반도체 패키징을 위한 내구성 높은 유리 소재 개발
 - 광소자 및 마이크로 광학 제작: 초정밀 마이크로 구조화 기술 연구
- 관련 Horizon Europe 프로젝트
 - PhotonicLEAP 프로젝트는 완전 자동화와 확장성이 뛰어난 Photonic Integrated Circuit(PIC) 패키징 및 테스트 기술을 개발. 이 프로젝트는 PIC 생산 비용을 10배 이상 절감하는 것을 목표로 함. PhotonicLEAP은 볼 그리드 어레이(BGA) 설계를 기반으로 혁신적인 표면 실장 기술(SMT) PIC 패키지를 개발하고 있음.
 - PIXAPP 프로젝트는 PIC 패키징 및 조립을 위한 파일럿 라인으로서 비용 절감 및 개발 가속화를 목표로 함. 이 프로젝트는 실리콘 포토닉스 설계 및 패키징을 위한 맞춤형 플랫폼을 제공 및 개발

□ 실리콘 포토닉스 연구

○ 개요

- (기존 데이터 통신 인프라의 한계) AI시대의 폭발적인 데이터 수요를 충족하기에 기존 구리 기반의 데이터 통신 인프라는 속도, 대역폭, 전력 소비, 거리 제약 등 여러 한계에 직면해 있음. 또한 통신망이라는 제약을 뛰어넘는 새로운 저궤도 위성 통신의 가능성이 Space X와 같은 우주 인터넷 서비스로 확장되고 있음
- (실리콘 포토닉스 연구의 필요성) 기존 통신 인프라의 한계를 극복하고 미래 데이터

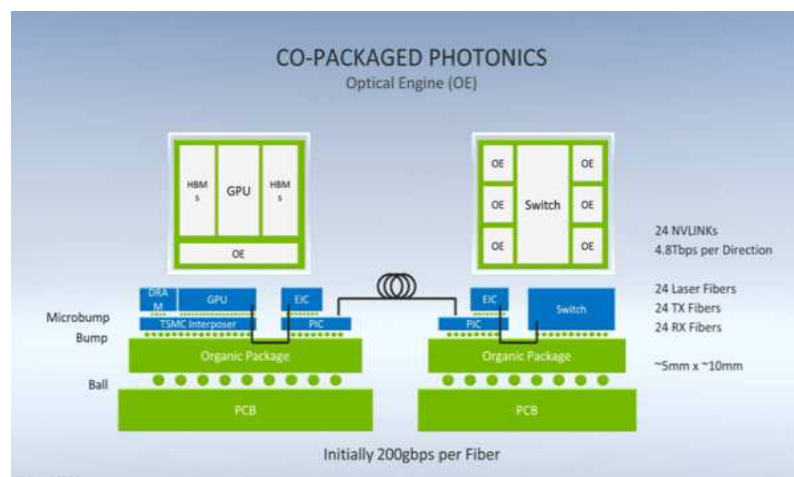
2) Smirnova, Oksana, et al. "Micro-optical elements from optical-quality ZIF-62 hybrid glasses by hot imprinting." *Nature Communications* 15.1 (2024): 5079.

3) <https://www.schott.com/en-gb/news-and-media/media-releases/2023/schott-strengthens-glass-substrate-portfolio>

4) <https://www.osim.uni-jena.de/en>

통신 인프라의 요구 사항을 충족하기 위해 실리콘 포토닉스 기술은 핵심 기술로 주목받고 있음. 주요 연구 목표는 초고속 데이터 전송, 저전력 광학 소자 개발, 소형화 및 집적화 기술 개발, 신뢰성 및 안정성 확보, 비용 효율적인 제조 기술 개발임. 이러한 성장 가능성에 따라 실리콘 포토닉스 시장은 2024년 27억 달러에서 2032년까지 연평균 성장률(CAGR) 25%로 대폭 성장할 것으로 예상

- (기술적 한계) 실리콘 포토닉스 기술은 미래 데이터 통신 인프라의 핵심 기술로 주목받고 있지만, 다음과 같은 기술적 한계가 존재
 - 광원 통합의 어려움: 실리콘은 간접 천이형 반도체로, 효율적인 광원 구현이 어려움. 따라서 외부 광원을 실리콘 칩에 통합해야 하는데, 이는 기술적으로 복잡하고 비용이 많이 듦
 - 소자 성능 및 신뢰성 문제: 고속 변조기, 광 검출기 등 핵심 광학 소자의 성능 및 신뢰성을 확보하는 것이 중요함. 특히, 고온, 습도 등 극한 환경에서의 안정적인 작동이 요구됨
 - 제조 공정의 복잡성: 실리콘 포토닉스 소자는 기존 CMOS 공정과 호환되지만, 고정밀 광학소자 제작을 위한 추가적인 공정이 필요함. 이는 제조 공정을 복잡하게 하고 생산 단가를 높이는 요인으로 작용함
 - 패키징 및 모듈화 기술: 광학 소자와 전자 소자를 통합하고, 광섬유와 연결하는 패키징 및 모듈화 기술이 중요함. 고밀도, 고성능 패키징 기술 개발이 필요함
 - 설계 및 시뮬레이션 도구: 실리콘 포토닉스 소자 및 시스템 설계를 위한 전문적인 설계 및 시뮬레이션 도구가 부족함. 정확한 시뮬레이션 및 최적화 도구 개발이 필요함



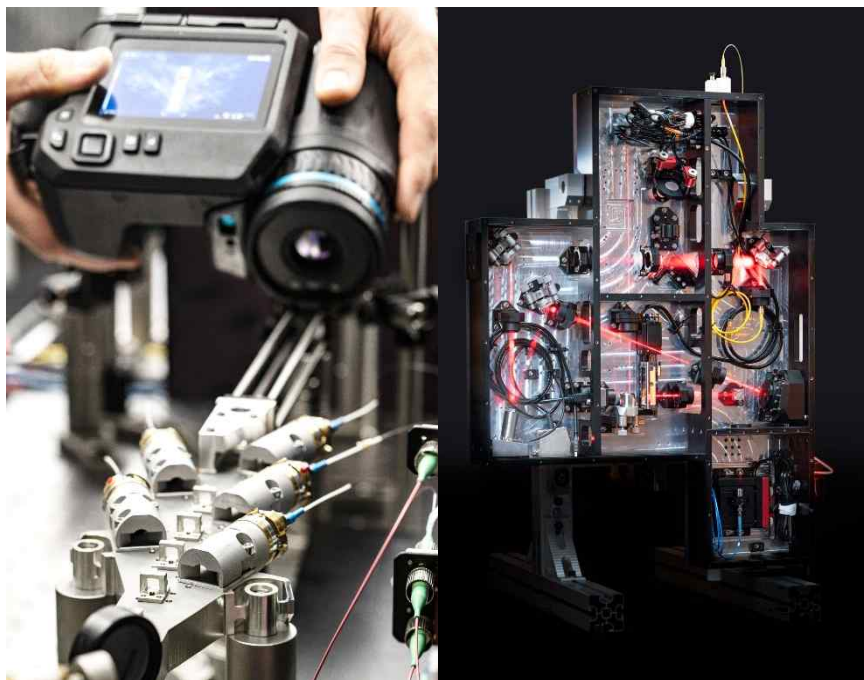
코패키징 포토닉스는 광학엔진(Optical Engine, OE)을 반도체와 같은 다른 부품들과 함께 하나의 패키지에 통합하는 기술임. 이를 통해 전자신호 대신 빛을 이용하여 데이터를 더 빠르고 효율적으로 전송할 수 있음⁵⁾

- (세계 기업의 연구개발 현황) TSMC는 차세대 데이터 통신 애플리케이션의 수요를

5) NVIDIA IEDM 2024 paper

충족하기 위해 고급 실리콘 포토닉스 파운드리 플랫폼을 개발하였음. 이 플랫폼은 고속 데이터 전송을 위한 핵심 광학 소자의 성능을 향상시키는 데 중점을 두고 있음. 또한, TSMC는 NVIDIA, Ansys, Synopsys, Cadence와 협력하여 실리콘 포토닉스 통합 시스템의 개발을 추진하고 있음. 이러한 협업을 통해 실리콘 포토닉스 기술의 상용화와 성능 향상을 목표로 하고 있음

- (위성 인터넷 인프라) 저 궤도 위성 인터넷은 전 세계 어디서든 고속 데이터 통신을 가능하게 하여, 특히 무선 인터넷 환경을 위한 필수적인 역할을 담당하고 있음. SpaceX의 스타링크는 위성 간 무선 레이저 송수신 기술을 기반으로 전 세계에 고속 인터넷 서비스를 제공하며 위성을 활용한 데이터 통신의 새로운 지평을 열었음. 이와 같은 기술을 실현하고 발전시키기 위해 프라운호퍼 IOF는 유럽우주국(ESA)과 함께 고출력 파장 분할 다중화기(WDM)를 개발함
- (주요 연구) 위성 기반 레이저 통신은 장거리에서도 기존의 케이블 없이 데이터를 전송할 수 있게 함. 위성 간 레이저 통신을 통해 고속데이터 통신을 가능하게 함. 프라운호퍼 IOF에서 개발된 파장 다중화기는 향후 더 먼 거리에 걸쳐 더 높은 데이터 전송률 실현을 목적으로 함



(좌) 프라운호퍼IOF에서 개발한 파장 다중화기(WDM)는 위성 간 통신을 향후 더 먼 거리에 걸쳐 더 높은 데이터 전송률을 실현할 수 있게 함. (우) 보정 광학 모듈(adaptive optical module). 위성과 기지국 사이의 데이터 통신시 자유 공간 전송 중 대기 난류로 인해 교란된 파면을 보정함⁶⁾.

6) <https://www.iof.fraunhofer.de/en/pressrelease/2023/more-power-for-laser-communication.html>

○ 관련 연구기관 및 프로젝트

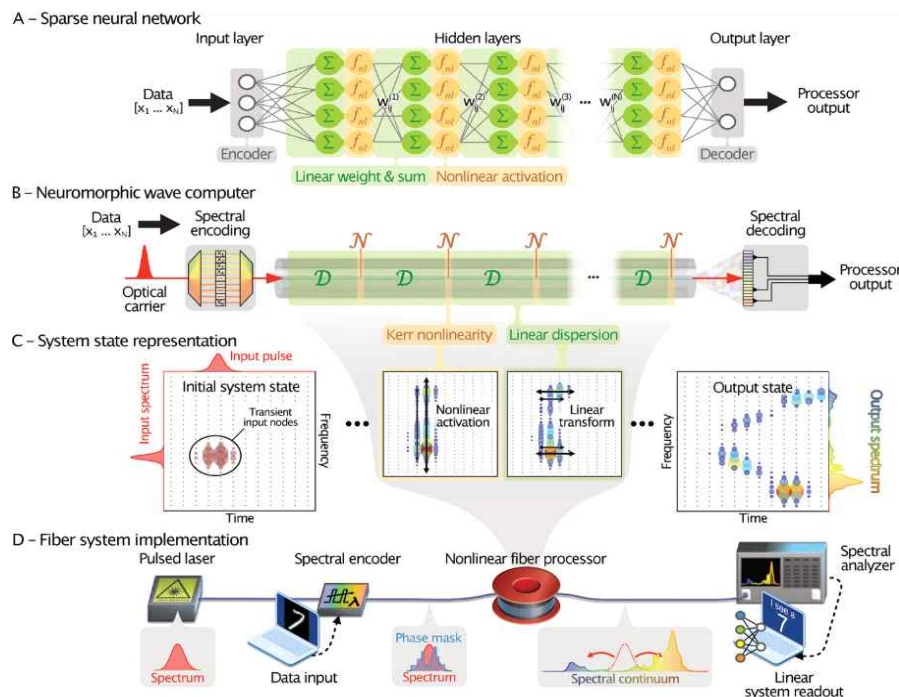
- (SILQUA) 이 프로젝트는 프라운호퍼 IOF가 주도하며, 데이터 센터와 위성 통신을 위한 고성능 광학 칩을 설계하는 데 중점을 둠. 또한 레이저 통신 효율을 높이기 위한 솔루션을 연구하며, 에너지 효율적인 실리콘 포토닉스 기술 개발에 기여하고 있음.
- (아베 광자학 센터(Abbe Center of Photonics, ACP)) ACP는 광학 및 광자학 분야의 기초 및 응용 연구를 수행하고 있으며, 이를 통해 소재 및 광 패키징 더 나아가 양자기술발전에 기여하고 있음
- 관련 Horizon Europe 프로젝트
 - Fraunhofer IZM이 주도하는 H2020 MASSTART 프로젝트는 차세대 800G 및 1.6T 트랜시버를 위한 새로운 조립 및 테스트 패러다임을 구축하여 온보드 구성을 포함하고 강력하고 저렴한 비용으로 높은 데이터 처리량을 목표로 함. 이 프로젝트는 테라비트 시대의 트랜시버 대량 생산에 중점을 둠
 - INPHOMIR 프로젝트는 나노 위성 기반 우주 탐색 및 자율 항법과 같은 혁신적인 기술에 필수적인 소형 고효율 감지 장치 개발을 목표로 함. 특히, 이 프로젝트는 근적외선 및 중적외선 파장에서 작동하는 단일 광자 집적 회로(PIC) 빌딩 블록의 경쟁력 있고 독립적인 유럽 공급망을 구축하고자 함
 - PICABOO 프로젝트는 인듐 인화물(InP) 기반 광자 집적 회로(PIC) 기술을 활용하여 차세대 광 네트워크를 위한 혁신적인 솔루션을 개발하는 것을 목표로 함. 특히, 이 프로젝트는 메트로 네트워크와 수동 광 네트워크(PON)의 성능을 향상시키고 비용 효율적인 광자 집적 기술을 구현하기 위해 설계되었음. PICABOO는 고속 데이터 전송과 에너지 효율성을 극대화하는 데 중점을 두며, 이를 통해 유럽 내 광자 기술 생태계를 강화하고 글로벌 경쟁력을 확보하고자 함

□ 실리콘 포토닉스 기반 AI 모델 연구

○ 개요

- (기존 전자 기반 AI 모델의 한계) 전자 기반 AI 모델은 데이터 처리와 전송 과정에서 높은 에너지 소비와 지연(latency) 문제가 발생함. 특히, 대규모 언어 모델(LLM)과 같은 고성능 AI 워크로드는 데이터 이동이 빈번하여 전력 소비가 급증하고, 데이터 센터의 열 관리 및 확장성에 큰 제약을 초래함. 또한, 전자 기반 시스템은 병렬 처리 효율이 제한적이며, 대규모 데이터를 실시간으로 처리하는 데 한계가 있음
- (광기반 AI 모델의 필요성) 광기반 AI 모델은 빛을 이용해 데이터를 처리하며, 기존 전자 기반 시스템 대비 여러 가지 장점을 제공
 - 에너지 효율성: 광자는 열을 거의 발생시키지 않아 에너지 소비를 크게 줄일 수 있음
 - 고속 데이터 처리: 광학 신호는 초고속으로 전송 및 병렬 처리가 가능하며, 대규모 데이터 워크로드를 실시간으로 처리할 수 있음
 - 대역폭 증가: 광학 시스템은 넓은 대역폭을 활용해 더 많은 데이터를 동시에 처리할 수 있음

- 지연 감소: 데이터 이동이 줄어들어 시스템 지연이 크게 감소함
- (기술적 한계) 광기반 AI 모델은 혁신적이지만 몇 가지 기술적 과제도 존재함
 - 제조 및 패키징 문제: 광학 부품의 정밀한 정렬과 대량 생산이 어렵고 비용이 높음
 - 생태계 부족: 광기반 시스템 설계와 제조를 위한 표준화된 도구와 산업 협력이 부족
 - 비용 최적화 필요: 광학 부품의 생산 비용을 낮추는 것이 필수적
 - 하이브리드 통합: 기존 전자 시스템과의 통합 및 호환성이 기술적 도전 과제
- (주요 연구) 광섬유를 활용하여 빛으로 이루어진 신경망을 기반으로 한 AI 시스템 개발. 이 시스템은 전자 회로 대신 빛을 사용하여 AI의 처리 속도와 에너지 효율성을 크게 향상시킬 수 있는 가능성을 보여줌. 이는 기존 전자 신경망의 한계를 극복하며, 미래의 광 기반 AI 기술에 중요한 영향을 미칠 것으로 기대됨



뉴로모픽 파동 컴퓨팅은 신경망처럼 작동하는 시스템을 광섬유를 통해 구현하는 기술. 이 기술은 빛의 특성을 활용해 데이터를 처리하며, 전통적인 전자 기반 컴퓨팅 보다 빠르고 에너지 효율적⁷⁾

○ 관련 연구기관 및 프로젝트

- (Leibniz IPHT) 독일 예나(Jena)에 위치한 광학 및 광기술 연구소로, 광학 기반 기술을 활용한 혁신적인 연구를 수행하고 있음. 이 연구소는 특히 광자(Photonics) 기술을 활용하여 생명과학, 환경 감지, 양자 기술 및 데이터 통신 등 다양한 분야에서 응용 가능한 첨단 기술을 개발하는 데 중점을 두고 있음. 특히 위 연구와 같이 광섬유 기반 뉴럴 네트워크(DNN) 개발에 주력하며, 실리콘 포토닉스 기술과 AI 시스템의 융합 가능성을 탐구하고 있음. 이 연구는 데이터를 빠르게 처리하고 에너지 소비를 줄이는 데 중점을 두며, 차세대 광학 AI 칩의 개발로 이어질 가능성을 보여줌

7) Fischer, Bennet, et al. *Advanced Science* 10.35 (2023): 2303835.

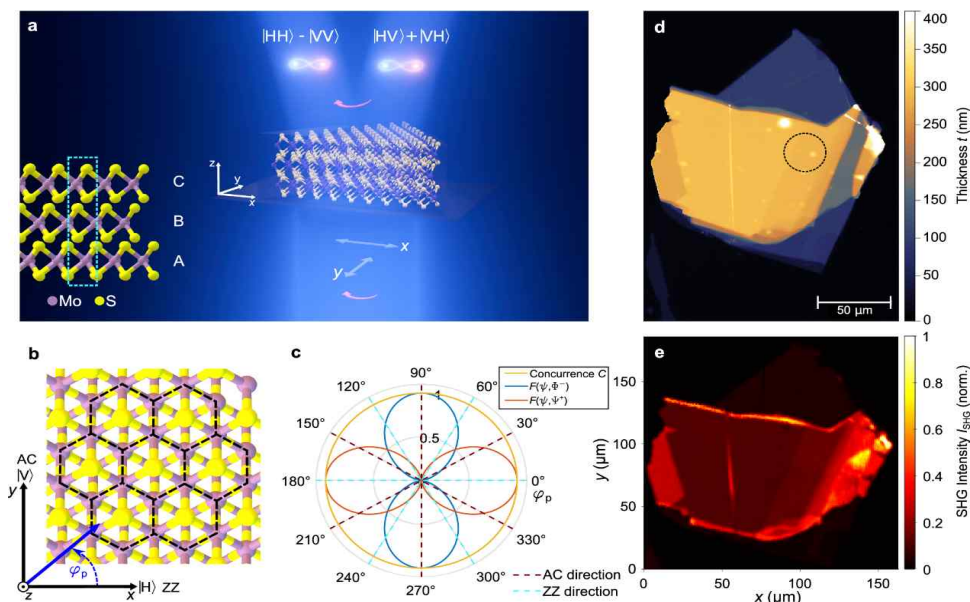
- 관련 Horizon Europe 프로젝트

- PHOENIX 프로젝트는 차세대 실리콘 포토닉스 기반 광자 집적 회로(PIC) 개발을 목표로 진행되고 있음. 이 프로젝트는 새로운 페로브스카이트 소재(바륨 티타네이트, BTO)와 반데르발스 산화물(VOx)을 활용하여 광신호의 효율적인 제어와 새로운 기능 구현을 목표로 함. 또한, 5G 네트워크, 완전 동형 암호화(Fully Homomorphic Encryption), 심층 신경망(DNN) 추론 및 학습과 같은 고성능 응용 분야에서 PIC 기술의 가능성을 입증하고자 함. 특히, 광학 기반 모델 개발을 통해 전력 소비를 줄이고 성능을 극대화하는 데 중점을 둠

□ 실리콘 포토닉스 기반 광/양자 컴퓨터 연구

○ 개요

- (기존 전자 기반 컴퓨터의 한계) 기존의 컴퓨터는 Transistor가 나노미터 영역까지 내려가는 집적도 한계로 인한 양자 터널링 현상과 같은 오류가 발생하기 시작했고, 이로 인한 회로 오작동 및 데이터 손실이 발생하는 한계가 생김. 또한 EUV(Extreme Ultraviolet) 제조 공정의 미세화 한계로 인한 확장성과 반도체 성능 향상의 한계가 발생
- (광기반 양자 컴퓨터의 필요성) 광기반 양자 컴퓨터는 빛을 활용하여 데이터를 처리하며, 기존 전자 기반 시스템 대비 여러 가지 장점을 제공
 - 고속 데이터 처리: Q-bit를 사용하는 시스템으로 전자 기반 컴퓨터 대비 월등한 데이터 처리속도를 보여줌. 병렬 연산에 더 높은 성능을 가지고 있으며 이는 AI 연산 등에 탁월한 성능 기대할 수 있음
 - 높은 에너지 효율: 빛을 사용하는 시스템으로 전자대비 높은 에너지 성능을 보여줌
 - 기존 광통신 기술 활용: 광섬유 등 기존 광통신 인프라를 활용하여 시스템 구축 및 확장이 용이함
 - 상온 작동: 광 기반 양자 컴퓨터는 극저온 환경이 필요 없어 시스템 구축 및 유지 관리가 용이함



튜닝 가능한 전이 금속 칼코겐화합물 얽힌 광자 쌍 광원(A tunable transition metal dichalcogenide entangled photon-pair source)”은 2차원 물질인 전이 금속 칼코겐화합물 (TMD)을 사용하여 얽힌 광자 쌍을 생성하는 혁신적인 접근 방식을 제시함. 연구진은 TMD의 고유한 광학적 특성을 활용하여 기존 방식보다 훨씬 효율적으로 얽힌 광자 쌍을 생성하는 데 성공함. 특히, 생성된 광자 쌍의 파장과 특성을 정밀하게 튜닝할 수 있다는 점은 양자 광학 시스템의 유연성을 크게 향상시키고, 다양한 응용 분야에 적용 가능성을 넓혔음⁸⁾

○ 관련 연구기관 및 프로젝트

- (Max Planck Institute for the Science of Light) 막스 플랑크 빛 과학 연구소는 빛의 기본적인 특성과 상호작용을 탐구하는 세계적인 선두 연구 기관임. 특히, 양자 광학 분야에서 뛰어난 연구 성과를 보여주며 현대 물리학 발전에 크게 기여하고 있음
- (QUANTERA UTP4Q) 이 프로젝트는 마이크로 전자 프린팅 기술을 활용하여 다양한 재료를 통합, 다기능 양/광자 집적 회로(quantum photonic integrated circuits) 플랫폼을 개발하는 것을 목표로 함. 이 프로젝트는 인듐 비소(InAs) 양자점 이미터, 니오브산리튬 변조기 및 스위치, 초전도 검출기를 실리콘 질화물, 도파관 등을 인터포저에 통합하여 서로 다른 기능들을 통합하여 향후 광/양자 컴퓨터의 실현을 목표함
- (UTP4Q) 이 프로젝트는 광/양자 컴퓨터의 실현을 위한 양자 광학 처리의 여러 기능 기술을 실리콘 질화물 도파관 인터포저에 결합하는 핵심 기술 프레임워크로 마이크로 전자 프린팅을 사용함. 이 프로젝트는 다양한 특성을 가진 여러 빌딩 블록을 단일 SiN 도파관 인터포저에 통합하는 것을 최초로 시도 중

2. 유럽의 반도체 정책 동향

□ EU Chips Act⁹⁾

- 2023년 9월 21일 발효된 EU Chips Act는 유럽 내 반도체 공급망을 강화하고 위기 대응 능력을 구축하기 위해 제정
- 전 세계적으로 증가하는 반도체 및 광학 기술 수요를 충족하고, 유럽 내 생산 역량을 강화하여 디지털 주권을 확보
- 세부 내용
 - 유럽 내 최초 첨단 반도체 제조 시설 구축
 - 반도체 및 광학 기술 통합 연구개발을 통해 산업적 활용 가능성을 높이는 공동 프로젝트 추진
 - Horizon Europe과의 협력을 통해 통합 광학 및 전자 소자 생산 확대
 - 60억 유로 이상의 R&I 자금 지원 및 1000억 유로 이상 투자 유치

□ Photonics Partnership

- Horizon Europe 내 Photonics Partnership은 유럽 연합(EU)과 광자학 분야

8) Weissflog, Maximilian A., et al. *Nature Communications* 15.1 (2024): 7600.

9) <https://www.european-chips-act.com/>

이해관계자 간의 장기적인 협력 관계

- 유럽 내 주요 광자학 기술, 부품 및 시스템의 집중적이고 지속적이며 시너지 효과적인 개발을 촉진, 혁신적인 광자학 기술을 바탕으로 관련한 다양한 부문으로의 신속한 확산을 장려
- 차세대 광 애플리케이션을 위한 핵심 부품, 시스템 및 프로세스 제공을 통해 유럽의 디지털, 녹색 및 건강한 미래를 위한 광자학의 잠재력 극대화
- 핵심 광자학 기술 및 광자학 응용 분야에서 리더십 유지를 통해 유럽의 기술적 주권을 확보하고, 유럽 경제의 국제 경쟁력 강화 및 장기적인 일자리 창출과 번영을 보장
- 가치 창출 변화 대처에 용이한 생태계 형성을 위한 프레임워크를 제공함으로써 유럽의 광자학 산업 경쟁력 강화, 경제 성장 촉진, 기술적 주권 확보 등을 추구
- 18개국 이해관계자가 참여하며, 총 6억 9천만 유로 예산 지원 예정¹⁰⁾
- 핵심 분야
 - 디지털 전환 (예: AI, 5G, Industry 4.0 등)
 - 친환경 기술 (예: 저배출 제조 공정 등)
 - 의료 혁신 (예: 암 진단, 의료 영상 등)
 - 첨단 반도체 제조 및 소재

□ Chips Joint Undertaking (Chips JU)¹¹⁾

- Chips JU는 유럽 집행위원회와 산업계가 협력하여 반도체 및 관련 기술의 혁신과 개발을 촉진하는 프로그램으로, 2021년에 설립
- 반도체 생태계의 강화를 통해 유럽의 디지털 주권을 확보하는 데 중점을 두고 있으며 다음을 주요 목표로 함
 - 유럽 내 첨단 반도체 제조 시설을 개발하고 강화
 - 중소기업(SME) 및 스타트업을 위한 혁신적인 R&I 환경 조성
 - 글로벌 공급망에 대한 의존도를 줄이고 유럽 내 생산 역량 증대

3. 시사점

- 유럽은 포토닉스를 AI, 고성능 컴퓨팅, 양자 기술, 친환경 에너지 등 미래 기술을 견인하는 핵심 기반 기술로 인식하고 있으며, 이에 따라 산업과 연구 양면에서 전략적으로 육성 중
- 특히 광 집적 회로(PIC), 실리콘 포토닉스, 양자 통신용 광원 및 검출기 개발 등은 양자 기술 상용화의 필수 요소로, 포토닉스를 단순한 부품 기술이 아닌

10) <https://www.spie.org/news/european-commission-pledges-480-million-euro-for-photonics>

11) <https://www.chips-ju.europa.eu/>

미래 양자 기술 실현을 위한 기반 인프라로 인식하고 국가 차원의 투자와 로드맵 수립이 진행되고 있음

- 유럽은 Photonics Partnership, Chips JU 등에서 공공 예산과 민간 자본이 균형 있게 매칭되는 협력 모델을 적극 추진하고 있음. 이를 통해 포토닉스 및 반도체 기술에 있어 정부 주도의 연구개발 지원에 민간 기업의 전략적 참여를 유도하는 파트너십 기반 투자 구조를 구축
- 유럽은 디지털 주권 확보를 위해 반도체 및 포토닉스 생산 능력을 내재화하고 있음. Chips Act를 통해 첨단 제조시설을 구축하고, 대규모 R&D를 통해 수입 의존도를 줄이려는 전략 채택
- 이를 통해 주요 포토닉스 부품(예: 광소자, PIC, 모듈)의 국산화율 제고 및 대량 생산 능력 확보를 위한 투자를 진행하며, 이를 위해 파일럿 라인 및 생산 테스트베드 구축 중
- 유럽은 포토닉스를 양자 컴퓨팅, 양자 센싱, 양자 통신에 필수적인 기반 요소로 간주하고, 이를 Horizon Europe 등과 연계하여 중장기적으로 지원하고 있음. 양자 기술 로드맵 내에 포토닉스 기술을 명확히 위치시키고, 포토닉스 기반 양자 광원, 광통신 네트워크, 집적 소자 기술 등에 대한 집중적인 지원과 기술 인력 양성
- Chips JU는 유럽 내 중소기업 및 스타트업이 반도체 및 포토닉스 분야에서 혁신적인 역할을 할 수 있도록 R&I 환경을 조성하고 있음. 이를 통해 스타트업과 중소기업의 생태계 진입 장벽을 낮추고, 초기 기술 검증 및 시장 진입을 위한 실증 프로그램, 펀딩 및 규제 지원 중
- 유럽은 포토닉스 기술을 국방, 의료, 계측, 자동차, 산업 자동화 등 광범위한 분야로 확산하고 있으며, 이는 시장 확대 및 기술 고도화를 동시에 달성하는 전략임. 이를 통해 이중 산업 융합 (예: 메디컬, 바이오, 에너지 등) 을 장려하여 산업적 파급력을 극대화해야 하며, 이를 위해 크로스오버 기술 지원 프로그램을 도입 중