KERC
Korea-EU Research Centre

2025 상반기

KERC SUPPORTERS

유럽 주요 분야별 연구 및 정책 동향

[2025 상반기] 유럽 반도체/디스플레이 연구 · 정책 동향

<작성자: 황현정>

<요약>

유럽은 Chips Act 이행을 바탕으로 양자·광자·뉴로모픽·첨단 패키징을 축으로 "랩-투-팹" 전환을 가속화하고 있으며, 지속 가능 제조와 기술 주권 강화를 위해 Chips Act 2.0 논의를 본격화하고 있다.
연구 동향 측면에서 PIX Europe 4억 유로 투자로 구축되는 유럽 최초 개방형 광자 집적회로 파일럿 라인이 11개국 대륙 규모 협력체를 형성하며 데이터센터·AI 기반 시설의 핵심 기술로 부상하고 있다. Glass core substrate 시장은 2024년 1억 9,500만 달러에서 2031년까지 연평균 17% 성장이 예상되며, AI/HPC 패키징에서 유리 기판 대비 50% 우수한 열 방출 성능으로 차세대 필수 기술로 자리 잡고 있다. 뉴로모픽 분야에서는 SpiNNcloud Systems가 EIC에서 1,000만 유로를 확보하여 세계 최대 뉴로모픽 슈퍼컴퓨터를 구축했으며, GPU 대비 18배 에너지 효율성으로 스마트시티·자율주행 응용을 개척하고 있다.
정책 동향 측면에서 유럽회계감사원은 2030년 글로벌 점유율 20% 목표 달성이 "매우 불가능"하다고 평가했으나, 27개 회원국 공동선언으로 추진 중인 Chips Act 2.0은 전용 예산 라인 신설과 설계 생태계 강화를 통한 실행력 제고를 목표로 한다. ESMC 드레스덴 팹은 TSMC와 유럽 기업들의 100억 유로 합작투자로 2027년 양산을 목표로 하며, 28/22nm·16/12nm 공정으로 차량용·산업용 반도체의 유럽 내 안정 공급을 담당할 예정이다. GENESIS 프로젝트는 5,500만 유로 규모로 PFAS·GHG 저감과 친환경 반도체 제조 기술 개발을 추진하여 EU Green Deal과 연계한 지속 가능한 전환을 선도하고 있다.
시사점으로는 완전한 자급자족보다는 "선택적 불가결성" 전략을 통해 핵심 분야에서의 기술 주도권과 공급망 초크 포인트 확보가 현실적 목표라 할 수 있다. 양자-포토닉스-뉴로모픽 기술 융합과 2026년 표준화 로드맵이 글로벌 가치사슬에서 유럽의 전략적 위치 확보의 핵심이 될 전망이다. 한-유럽, 일-유럽 등 신뢰할 수 있는 파트너와의 기술 협력 확대를 통한 아시아 과도의존 완화와 미국과의 기술 동맹 강화가 필요하다. 2030년까지 10만 명 반도체 전문가 부족이 예상되는 상황에서 ECSA·RESCHIP4EU 등 체계적 인재 양성 프로그램과 EU Blue Card를 활용한 글로벌 인재 유치가 경쟁력 확보의 핵심 수단이 될 것이다.

<Key words> Chips Act 2.0, PIXEurope 파일럿 라인, Glass substrate 첨단 패키징, SpiNNcloud 뉴로모픽, GENESIS 녹색 제조

Ⅰ. 유럽의 반도체/디스플레이 연구 동향

□ 실리콘 포토닉스와 광자 집적(PIC): 데이터·AI 기반 시설의 핵심 전환 축

ㅇ (연구·산업 집중화) PIX Europe 파일럿 라인과 4억 유로 투자 생태계

- 대규모 투자 프로그램: 2024년 12월 유럽 집행위원회가 PIX Europe 컨소시엄을 선정, 바르셀로나 ICFO 주도로 약 4억 유로를 투자하여 유럽 최초의 개방형 광자 집적회로(PIC) 파일럿 라인 구축. 11개국(오스트리아, 벨기에, 핀란드, 프랑스, 아일랜드, 이탈리아, 네덜란드, 폴란드, 포르투갈, 스페인, 영국) 참여로 대륙 규모 협력체 형성
- 기술 플랫폼 다변화: 데이터센터·AI 워크로드의 전력·대역폭 병목 해결을 위한 전기-광 통합뿐만 아니라, 6G 통신, 자율주행차, 이미징·센싱, 양자 컴퓨팅까지 응용 확장. 특히 위성 레이저·프리스페이스 광통신과 코패키징 포토닉스가 차세대 인프라의 핵심 기술로 부상
- 소재 기술 혁신: Project ELENA 완료(2025년 6월)로 유럽 최초 상용 리튬 나이오베이트 온 인슐레이터(LNOI) 웨이퍼 공급과 박막 리튬 나이오베이트(TFLN) 칩 양산 능력 확보. CSEM 스핀오프 CCRAFT를 통해 연간 수백만 개 TFLN 칩 생산 파운드리 서비스 시작

ㅇ (제조 인프라와 생태계 고도화) 랩-투-팹(lab-to-fab) 가속화 메커니즘

- 파일럿 라인 네트워크: Chips JU를 통해 5대 파일럿 라인(공정개발·시험·소량생산)과 컴피턴스센터(모든 회원국+노르웨이)가 가동, 중소·스타트업의 인프라 접근성 강화. VTT는 PIXEurope에 참여하여 두꺼운 실리콘 온 인슐레이터(SOI) 기술과 Micronova 클린룸 인프라 제공
- 산업 표준화와 MPW: PIX Europe가 운영 단계에서 칩-패키지-테스트까지 통합된 MPW(Multi-Project Wafer) 런 제공 예정, 연간 1,000명 대상 고급 PIC 제조 교육과정 운영으로 숙련 인력 양성. 파운드리 호환 PDK(Process Design Kit) 개발로 설계-제조 간 원활한 연결 보장
- 클린룸 인프라 확충: 하이테크 캠퍼스 아인트호벤(HTCE)에 1억 5,300만 유로 투자로 고정밀 클린룸 시설 구축 진행, Deerns가 기술 설계 주도. 이는 유럽의 포토닉 디바이스 개발·파일럿 생산을 위한 전용

고품질 클린룸으로 차세대 데이터 센터, 스마트 디바이스, AI, 고급 통신 기술의 혁신 기반 마련

ㅇ **산업 동향**

- Glass Core Substrate 시장 급성장: 유리 기반 첨단 패키징(패널/웨이퍼 레벨)이 차세대 AI/HPC 패키징에서 핵심 기술로 부상. 글로벌 시장 규모가 2024년 1억 9,500만 달러에서 2031년까지 연평균 17% 성장 예상. 특히 AI 서버 배치용 2.5D/3D 패키징 솔루션에서 유기 기판 대비 50% 우수한 열 방출 성능 입증
- 유럽 시장 지위와 성장 동력: 유럽은 글로벌 유리 기판 시장의 3%를 차지하며, EU Chips Act의 430억 유로 투자가 간접적으로 유리 기판 생태계 성장 지원. 독일이 파일럿 생산 시설에서 선도적 역할, 특히 자동차·산업용 반도체 응용에서 유리 기판의 열 안정성 활용
- 기술적 우위 요소: Glass core substrates는 실리콘과 유사한 열팽창 계수(CTE: 3-7 ppm/°C)로 첨단 패키징에서 열기계적 스트레스 대폭 완화. 유기 기판 대비 10-20% 낮은 신호 손실과 5-10배 우수한 치수 안정성으로 10μm 이하 고급 패키징 노드에 필수적

ㅇ **(정책적 연계) 공급망 자주성과 국제협력 전략**

- 유럽 산업 연합 주도권: 2023년 11월 유럽 8대 통합 포토닉스 기업 CEO들이 유럽 집행위원회에 42억 5천만 유로 8년 계획 제출, 유럽 PIC 공급망 구축을 위한 구체적 로드맵 제시. 현재 유럽은 인듐 인화물·질화 실리콘 PIC 제조의 6% 미만, 글로벌 조립·테스트·패키징 용량의 4% 미만 보유로 아시아 의존도 심각
- PhotonDelta 국제화 전략: 네덜란드 기반 통합 포토닉스 산업 허브 PhotonDelta가 실리콘 밸리 사무소 개설로 글로벌 공급망 구축과 대량 PIC 제조 추진. 규모 확대 실패 시 생태계 붕괴 위험을 인식하고 EU 전역 공급망 구축을 통한 산업화 가속 필요성 강조
- 국제협력 CSA 연계: ‘International cooperation in semiconductors’ CSA는 실리콘 포토닉스 등 전략 분야에서 글로벌 공급망 매핑, 표준화 기여, 협력국과의 공동행동을 지원하여 기술 주권과 경쟁력 동시 확보

ㅇ 기타 주목할 사항

- (PhotonixFAB 프로젝트) EU 자금 지원으로 유럽 포토닉스 디바이스 밸류체인과 초기 산업 제조 역량 구축 추진, 혁신적 제품 개발자들에게 확장 가능한 대량 제조 경로 제공. X-FAB, LIGENTEC, SMART Photonics 등 주요 파운드리·테스트 업체와 Nokia, NVIDIA 등 응용 개발사 참여
- (EDA 도구와 설계 지원) 유럽 내 첨단 패키징과 PIC의 동시 추적은 설계-공정-패키징-시스템 통합의 수직적 고도화를 전제. Chips Act 2.0 제안들은 특히'설계' 생태계 강화와 R&D→ 산업화 고속 전이를 강조하여 유럽의 기술 자주성 확보
- (양자-포토닉스 융합) 양자 기술과 포토닉스의 경계 영역에서 광자 소자·집적, 저온 제어, 설계 플랫폼 통합이 차세대 혁신의 핵심. PIXEurope 등 파일럿 라인이 양자 컴퓨팅·통신 시스템 구현을 위한 필수 인프라로 기능할 전망

□ 디스플레이 기술 동향: Micro-LED와 QD-OLED의 유럽 시장 확대

ㅇ Micro-LED 시장 급성장과 기술 혁신

- 시장 규모와 성장률: 유럽 Micro-LED 시장은 2023년 6,091만 달러에서 2030년까지 연평균 78.9% 성장하여 49억 5천만 달러 규모 달성 전망. 2024년 기준 1억 1,500만 달러에서 2025년 1억 3,500만 달러로 17.6% 성장 예상
- 응용 분야 다변화: AR/VR 디바이스, 스마트 글래스, 게임 콘솔에서 고해상도 시각 경험 제공이 주요 성장 동력. 유럽 AR/VR 협회에 따르면 2022년 유럽 내 마이크로디스플레이 출하량의 60% 이상이 AR/VR 기기용. 자동차 HUD, 산업용 디스플레이, 웨어러블 기기에서도 활용 확대
- 기술적 우위: Micro-LED는 기존 OLED·LCD 대비 높은 밝기, 개선된 색 재현 정확도, 더 작은 최소 픽셀 크기, 긴 수명 제공. IoT 지원 시스템 장착 기기에서 디스플레이 밝기 40% 향상 달성, 유럽 방사선학회 보고

ㅇ Micro-LED 시장 급성장과 기술 혁신

- QD-OLED 시장 성장: 유럽QD-OLED 디스플레이 시장은 2024년 15억

달러에서 2033년 100억 달러로 급성장 예상. 전체 유럽 양자점 시장은 2024년 4억 1천만 달러에서 2032년 19억 5천만 달러로 연 평균23.5% 성장 전망

- 친환경 기술 전환: 유럽의 엄격한 환경 규제(RoHS, REACH)로 카드뮴 프리 양자점 기술 개발 가속. 인듐 인화물, 실리콘 기반 양자점이 카드뮴 기반 대체재로 부상. 영국 맨체스터 기반 Nanoco Group PLC 등이 카드뮴 프리 양자점 개발 선도
- AI 기술 융합: AI 기술이 양자점 합성·특성화 과정의 대용량 데이터셋 처리를 통해 최적 소재 조성·합성 매개변수 신속 식별, R&D 주기의 시간·비용 대폭 단축. AI 기반 시뮬레이션과 예측 모델링으로 특정 응용에 맞는 정밀한 광학·전자 특성 설계 가능

ㅇ 독일 제조 역량 강화와 럭셔리 브랜드 전략

- 독일 내 OLED 제조: 독일 크로나흐 소재 럭셔리 AV 브랜드 Loewe가 자체 OLED TV 제조 라인을 회사 본사에 구축, 유럽 내 고부가가치 디스플레이 제조 능력 시연. BMW 등 주요 자동차 제조사들이 Micro-LED 디스플레이를 차량용 HUD 시스템에 통합하기 위한 대규모 투자 진행
- 자동차 산업 연계: BMW가 2019년 iNext 전기차의 곡면 디스플레이를 공개, 정보와 제어 기능을 운전자 쪽으로 구부러진 단일 유닛으로 통합한 혁신적 디스플레이 솔루션 제시. 독일이 Micro-LED 시장에서 최대 매출 점유율을 기록하는 주요 요인

ㅇ 유럽 특화 응용 분야와 혁신 동력

- 의료·진단 분야: 양자점의 정밀한 광학 특성을 활용한 고감도 바이오센서, 표적 약물 전달 시스템 개발로 의료기기 응용 분야가 급성장 동력. 고해상도 이미징, 진단, 표적 치료에서 양자점의 독특한 장점이 헬스케어 기술의 새로운 영역 개척
- 원예·스마트시티 조명: 양자점 기반 특수 조명이 원예용 LED, 스마트시티 조명 시스템에서 에너지 효율성과 광 품질을 동시에 개선하는 솔루션으로 활용. 유럽의 지속가능성 목표와 정합하는 녹색 기술로 인식
- 소비자 전자기기 주도: 2024년 기준 소비자 전자기기 부문이 유럽 마이크로 디스플레이 시장의 40.9% 점유, AR/VR 기기, 스마트 글래스,

게임 콘솔의 광범위한 채택이 주요 성장 동력. 스마트홈 생태계 확산으로 첨단 마이크로 디스플레이 수요가 연간 10% 성장률 기록

□ 뉴로모픽 컴퓨팅: 에너지 효율형 AI의 유럽형 해법 모색

<연구 트렌드와 기술혁신: 차세대 뇌-영감형 컴퓨팅 아키텍쳐>

ㅇ 스파이킹 신경망(SNN)과 멤리스터 기반 시냅스 구현

- 하드웨어 플랫폼 발전: 유럽은 HBP(Human Brain Project) 성과를 바탕으로 BrainScaleS-2와 SpiNNaker2 등 차세대 뉴로모픽 칩 개발을 주도. BrainScaleS-2는 아날로그 뉴런·시냅스 모델링으로 생물학적 실시간 처리의 10,000배 가속 달성, SpiNNaker2는 100만 개 ARM 프로세서 코어로 대규모 뇌 모델 실시간 시뮬레이션 지원
- 멤리스터 시냅스 기술: RRAM(Resistive RAM)과 PCM(Phase Change Memory) 기반 시냅스에서 STDP(Spike-Timing Dependent Plasticity)와 BCM(Bienenstock-Cooper-Munro) 학습 규칙을 동시 구현하는 하이브리드 CMOS-멤리스터 아키텍처 개발. HfOx/AlOx RRAM 소자로 생물학적 STDP 특성을 모방한 아날로그 학습 달성, 50ns 펄스로 시냅스 가중치 다단계 조절 실현
- 2세대 멤리스터: Ta2O5-x 기반 2차 멤리스터가 비중첩 스파이크로 STDP 구현, 내부 온도를 2차 상태변수로 활용하여 시간 의존적 가중치 변조 성공. 2D 소재(그래핀, MoS2, WSe2) 기반 멤리스터는 원자층 두께로 고밀도 집적과 저전력 동작을 동시 달성

ㅇ 광자 뉴로모픽 컴퓨팅과 보안 강화

- NEUROPULS 프로젝트: Horizon Europe 지원으로 증강 실리콘 포토닉스 플랫폼에서 광자 물리적 복제 불가능 함수(PUF)를 활용한 보안 뉴로모픽 가속기 개발. CMOS 호환 광자 컴퓨팅 아키텍처와 RISC-V 인터페이스로 시스템 호환성 확보, 엣지 컴퓨팅에서 필수적인 강력한 보안 계층 구현
- SpinAge 프로젝트: 스핀트로닉스 나노 진동자와 통합 플라즈모닉 레이저를 결합한 16×16 뉴로모픽 시스템으로 기존 CMOS 대비 4-5배 성능 향상 목표. 레이저 펄스 조사로 스핀 기반 나노 진동자의 시냅스 가중치를 동적 조절하는 혁신적 접근법 채택

<시장 전망과 상용화 로드맵: 유럽 기업들의 글로벌 경쟁력 확보>

ㅇ SpiNNcloud Systems의 상업적 성공 모델

- 자금 조달과 사업화: 2025년 7월 EIC 가속기에서 1,000만 유로 혼합 자금(그란트+지분투자) 확보, GenAI4EU 이니셔티브 하에서 유럽 생성AI 챔피언으로 선정. 드레스덴공대 스핀오프로 2021년 설립 후 4년 만에 글로벌 뉴로모픽 시장의 선도기업으로 성장
- 대규모 시스템 구축: 2025년 4월 드레스덴 공대에 35,000개 SpiNNaker2 칩, 500만 프로세서 코어로 구성된 세계 최대 뉴로모픽 슈퍼 컴퓨터 SpiNNcloud 가동. GPU 대비 18배 에너지 효율성, 1ms 미만 초저지연 실시간 처리로 스마트시티, 자율주행, 촉각 인터넷 응용 개척
- 상용화 전략: SpiNNaker2 기술이 독일 연방 파괴적 혁신청(SPRIN-D) 파일럿 프로젝트로 선정, GlobalFoundries에서 대량 생산 진행. 클라우드-엣지 연속체에서 실시간 AI 서비스 제공을 위한 SpiNNode 엣지 시스템 개발로 시장 접근성 확대

ㅇ Fraunhofer 연구소의 산업화 플랫폼 구축

- PREVAIL 프로젝트: 2022-2026년 Fraunhofer IPMS, IZM, IIS, EMFT가 참여하여 엣지 AI용 뉴로모픽 칩의 설계-제조-테스트 통합 플랫폼 구축. CEA-Leti, imec, VTT와 협력으로 유럽 차원의 300mm 제조 인프라 확립, 기초연구에서 상용 제품으로의 기술이전 가속화
- Edge AI 전문화: Fraunhofer IIS가 배터리 구동 디바이스에서 직접 AI 작업 수행을 위한 확장 가능한 뉴로모픽 프로세서 유닛과 DNN/SNN용 CMOS 집적회로 개발. 하드웨어-소프트웨어 co-design 흐름으로 시장 출시 시간 단축과 성능 최적화 동시 달성
- FeFET 기반CIM: FeEdge 프로젝트(2024-2028)에서 강유전체 전계효과 트랜지스터(FeFET) 기반 compute-in-memory 가속기를 개발, 대만 성공대학교와 협력으로 글로벌 경쟁력 확보. 메모리-연산 통합으로 폰 노이만 병목 해결과 극저전력 동작 실현

Ⅱ. 유럽의 반도체/디스플레이 정책 동향

□ Chips Act(2023) 이행과 평가: 목표-수단 간 간극과 보완 필요

ㅇ 유럽회계감사원(ECA) 특별보고서의 현실적 평가와 개선 권고사항

- 목표 달성 가능성 평가: 2025년 4월 28일 발표된 ECA 특별보고서 12/2025는 EU가 2030년까지 글로벌 반도체 시장 점유율 20% 목표 달성이 "매우 불가능(very unlikely)"하다고 결론. 현재 궤적으로는 2022년 9.8%에서 2030년 11.7%로 소폭 증가에 그쳐 목표와 현실 간 심각한 괴리 존재
- 예산 구조의 분산과 집행력 한계: Chips Act의 2030년까지 총 예산 860억 유로 중 유럽 집행위원회 직접 관리분은 45억 유로(5%)에 불과하며, 나머지 95%는 회원국과 민간 부문에 의존. 이는 글로벌 주요 제조사들의 2020-2023년 3년간 4,050억 유로 투자 대비 현저히 부족한 수준으로, 통합 투자 전략 부재 문제 심각
- 구조적 도전과제: 높은 에너지 비용, 원자재 의존성, 숙련 노동력 부족, 지정학적 불안정성이 Chips Act 이행의 핵심 저해 요인. 특히 AI 윤리 가이드라인이 없는 관할구역이 40%에 달해 첨단 칩 개발 지원 체계 미비

ㅇ IPCEI 메커니즘을 통한 범유럽 반도체 생태계 구축

- IPCEI ME/CT의 대규모 투자: 2023년 6월 승인된 제2차 마이크로일렉트로닉스 IPCEI는 14개 회원국, 68개 프로젝트, 56개 기업이 참여하는 총 217억 유로 규모의 범유럽 프로젝트. 최대 100억 유로의 국가 보조금이 202억 유로 이상의 민간투자를 유도하여 전체 밸류체인 강화 추진
- 제1차 IPCEI 성과와 확장: 2018년 승인된 제1차 IPCEI는 오스트리아, 프랑스, 독일, 이탈리아, 영국 5개국 32개 기업이 참여, 19억 유로 국가지원으로 65억 유로 민간투자 창출. 소비자 기기부터 자율주행차, 배터리 관리 시스템까지 다양한 하위 응용 분야 혁신 기술 개발 성공
- 국제경쟁력 확보 전략: IPCEI는 EU 산업전략의 핵심 도구로서 시장 실패와 사회적 도전 해결을 위한 범유럽 컨소시엄 구성. 연구개발과 최초산업화(FID)에 특화된 프로젝트로 글로벌 경쟁에서 유럽의 기술 자주성 확보와 전체 회원국 혜택 보장

ㅇ 모니터링 시스템 개선과 Chips Act 2.0 논의 본격화

- 목표 재설정과 현실성 검토: ECA는 20% 목표가 본질적으로 "열망적(aspirational)"이었다고 평가하며, 2030년까지 생산능력을 약 4배 늘려야 달성 가능한 비현실적 목표로 판단. 집행위원회는 급변하는 글로벌 경쟁 환경과 지정학적 위험(미국 트럼프 정부 관세 정책 등)을 고려한 전략 재평가 필요
- 정기 모니터링 체계 구축: ECA는 조기 장애물 식별과 해결을 위한 정기 모니터링 시스템 도입을 권고. 목표 명확성 부족과 주류 마이크로칩 산업 수요 반영 부족 문제 해결을 위한 체계적 점검 메커니즘 구축 필수
- 회원국-산업계 협력 강화: 집행위원회가 EU 차원에서 국가 투자를 조정할 권한이 없어 Chips Act 목표와 일치성 보장 어려움. 27개 회원국의 공동선언을 바탕으로 한 Chips Act 2.0은 전용 예산 라인, 규칙 간소화, 설계 생태계 강화를 핵심으로 추진

□ 제조 · 투자: 유럽 내 역량 증설과 전략 자율성

ㅇ (사례) 드레스덴 반도체 생산공장의 전략적 의미와 파급효과

- ESMC 프로젝트 개요: European Semiconductor Manufacturing Company (ESMC)는 TSMC 70%, 보쉬·인피니온·NXP 각 10% 지분으로 구성된 합작법인으로 드레스덴에 300mm 팹 건설. 총 투자액 100억 유로, 28/22nm 및 16/12nm 공정, 월 4만 장(40K wspm) 목표, 2027년 양산 개시 예정
- 기술적 특화와 시장 포지셔닝: 최첨단 노드가 아닌 성숙/특수 기술에 특화하여 자동차·산업용·IoT 칩 생산에 집중. 이는 유럽의 강점 분야인 자동차·산업 자동화와 직결되어 아시아 의존도 완화와 공급망 회복력 강화에 핵심 역할
- 고용 창출과 인력 생태계: 2,000명 직접 고용과 수천 명 간접 고용 창출로 유럽 반도체 인력풀 확대. 드레스덴 지역은 “Saxon Silicon Valley”로 불리며 Globalfoundries, 인피니온, 보쉬 등 기존 생태계와 시너지 창출을 통한 클러스터 효과 극대화

ㅇ (전략적 의미) 기술 주권과 지속가능성의 동시 추진

- 공급망 자주성 확보: 차량용·산업용 반도체의 유럽 내 안정적 공급을 통해 2020-2021년 글로벌 칩 부족 사태와 같은 공급망 충격에 대한

회복력 강화. 특히 전기차·ADAS·산업 IoT 등 유럽이 글로벌 리더십을 유지하는 분야의 핵심 부품 현지 조달 가능

- 실리콘 색소니(Silicon Saxony) 생태계 심화: 작센주 반도체 클러스터는 독일 반도체 생산의 60% 이상을 담당하며, ESMC 투자로 연구·개발·제조·테스트·패키징 전 밸류체인이 지역 내 완성. Fraunhofer CNT, TU 드레스덴 등 연구기관과의 산학연 협력으로 혁신 생태계 고도화
- 탄소 중립과 에너지 효율: 수요지 인접 생산으로 물류비용·탄소발자국 저감과 동시에 독일의 재생에너지 확대 정책과 연계한 친환경 제조 실현. ESMC는 녹색 에너지 사용과 공정 최적화를 통한 지속가능한 반도체 제조의 유럽 모델 구축 목표

ㅇ 글로벌 파트너십과 기술 이전 모델

- TSMC의 유럽 진출 전략: TSMC의 첫 유럽 팹 투자는 지정학적 위험 분산과 고객 근접성 확보를 위한 전략적 결정. 아리조나, 일본 구마모토에 이어 세 번째 해외 생산기지로서 글로벌 제조 네트워크의 균형적 배치 완성
- 기술 이전과 현지화: 한국·대만에서 축적된 28nm 이하 공정 기술의 유럽 이전을 통해 현지 엔지니어 교육과 기술 노하우 축적. 장기적으로 유럽 자체 제조 역량 구축의 토대가 되어 기술 종속성 완화에 기여
- 산업 연관효과: 장비·소재·화학물질 등 반도체 제조 생태계 전반의 유럽 내 투자와 공급업체 육성 유도. 특히 ASML(네덜란드), AIXTRON(독일) 등 유럽 장비업체와의 협력 강화로 제조-장비 산업의 상호 발전 도모

□ 지속가능 반도체[녹색 제조]와 에너지 정책 정합성

ㅇ GENESIS 프로젝트: 친환경 반도체 제조의 유럽 표준 구축

- 프로젝트 개요와 목적: GENESIS(Green Efficient Sustainable Integrated Systems)는 Chips JU 지원 하에 총 5,500만 유로 규모로 추진되는 유럽의 지속 가능한 반도체 제조 전환 프로젝트. PFAS(과불화화합물)·GHG(온실가스) 저감, 대체물질·공정 개발, 자원효율성 혁신을 통한 green transition 선도
- 기술 혁신 영역: 웨이퍼 세정 공정에서 PFAS 대체 화학물질 개발, 에칭·증착 공정의 온실가스 배출 최소화, 물 사용량·폐수 처리 최적화, 희토류·크리티컬 머티리얼의 재활용·회수 기술 개발. 이는 EU Green

Deal과 REPowerEU의 세부 실행 방안으로서 반도체 산업의 환경 규제 선제 대응

- 국제협력: 스위스 SERI(State Secretariat for Education, Research and Innovation) 공동 참여로 EU-스위스 과학기술 협력 강화. CSEM, imec 등 유럽 주요 연구기관이 컨소시엄을 구성하여 기술 개발에서 상용화까지 전주기 지원

ㅇ 에너지 정책과의 정합성: REPowerEU와 탄소 중립 목표 연계

- 재생에너지 활용 확대: 반도체 제조의 높은 전력 소비(전체 제조업 전력의 2-3%)를 고려하여 태양광·풍력 등 재생에너지 비중 확대 정책과 연계. 독일 드레스덴 ESMC의 경우 작센주의 재생에너지 확대 계획과 맞물려 탄소 중립 제조 실현 목표
- 순환경제 모델 구현: SCHOTT의 제품탄소발자국(PCF) 가이드라인 개발은 유리 기판 제조에서 원료 채취부터 폐기까지 전 생애주기 탄소 배출량을 정량화하는 업계 최초 시도. 이는 EU 공급망 실사 지침(CSDDD)과 택소노미 규정 준수를 위한 선제적 대응
- 그린딜 연계 효과: EU 그린딜의 "Fit for 55" 패키지와 연계하여 반도체 제조업의 탄소국경조정메커니즘(CBAM) 적용 대비와 환경규제 준수를 통한 글로벌 경쟁력 확보. ESIA(European Semiconductor Industry Association)는 반도체 산업이 디지털 전환을 통해 다른 산업의 탄소 감축에 기여한다는 점을 강조

ㅇ 산업 생태계 차원의 지속가능성 통합

- 공급망 탈탄소화: 반도체 제조에서 scope 3 배출(공급망 배출)이 전체의 70-80%를 차지함을 고려하여 원자재·화학물질·가스 공급업체의 친환경 전환 유도. 특히 실리콘 웨이퍼, 포토레지스트, 특수가스 등 핵심 소재의 유럽 내 친환경 공급망 구축 추진
- 순환 설계 원칙: 설계 단계에서부터 수명 연장, 재사용성, 재활용성을 고려한 "eco-design" 원칙 적용. 이는 EU 배터리 규정, 폐전자제품 지침(WEEE) 등과 연계하여 반도체 제품의 전 생애주기 환경 영향 최소화 추구
- 혁신 금융과 ESG 연계: EU 택소노미와 지속가능금융 분류체계에 따른

녹색 반도체 프로젝트 자금 조달 우대. European Investment Bank의InvestEU 프로그램과 연계하여 환경 기준을 충족하는 반도체 투자에 대한 저금리 융자 및 보증 제공

□ 국제협력, 표준, 및 인력

ㅇ (Horizon Europe) 반도체 국제협력의 체계적 확대

- International Cooperation in Semiconductors (ICOS) CSA: 2023년 1월 출범한 3년 간 조정지원사업으로 19개 파트너가 참여하여 글로벌 공급망 매핑, 위험분석, 표준화 기여, 협력국과의 공동행동 제안 수행. 반도체 공급망의 지정학적 위험 평가와 신뢰할 수 있는 파트너국과의 전략적 제휴 강화가 핵심 목표
- 한-유럽 공동공모 확대: 이종집적·뉴로모픽 컴퓨팅 분야에서 한국과의 공동 연구개발 사업 추진으로 상호 보완적 기술 역량 결합. 특히 메모리 반도체 강국인 한국과 시스템 반도체·설계 강점을 가진 유럽의 협력으로 차세대 AI 칩 생태계 구축
- Chips Diplomacy Support: EU 대외행동청(EEAS)과 연계하여 반도체 분야 디지털 파트너십 확대. 인도-태평양 전략의 일환으로 일본, 대만, 싱가포르 등과의 반도체 협력 프레임워크 구축 추진

ㅇ (산업연합 및 얼라이언스) 민관협력 플랫폼의 실질적 운영

- 프로세서·반도체 기술 산업 얼라이언스 본격 가동: 2025년 5월 6일 플레너리 회의 개최로 공식 활동 시작. EU집행위원회가 촉진자 역할을 수행하며 유럽 전자산업 밸류체인의 기업·연구기관·사용자 기업이 참여하여 기술격차 식별과 경쟁력 강화 방안 도출
- 설계 생태계 강화: 유럽이 취약한 첨단 노드 설계와 오픈소스 하드웨어 솔루션 개발을 위한 workstream 운영. 차세대 고성능·자원효율적 프로세서 개발을 위한 설계 역량 강화와EDA 도구·IP 생태계 구축이 핵심 과제
- 제조 역량 다변화: 지역·글로벌 혼합 플레이어를 통한 조립·테스트·첨단 패키징 역량 구축으로 신뢰할 수 있는 차세대 프로세서와 전자부품 생산. 2030년까지 생산능력 10% 확보를 목표로 하는 구체적 로드맵 추진

ㅇ (인력 및 역량센터) 유럽 반도체 인재 양성의 체계적 접근

- European Chips Skills Academy (ECSA)의 전면 가동: Erasmus+ 프로그램

지원으로 2023년 10월부터 2027년 9월까지 4년간 운영되는 범유럽 반도체 인재 양성 플랫폼. SEMI Europe 주도로 18개 파트너, 11개국이 참여하여 연구·교육·산업 연계 강화

- 인력 부족 위기의 정량적 분석: ECSA Skills Strategy Report 2024는 유럽 반도체 산업의 75,390개 직종 부족을 분석, 하드웨어 엔지니어링 52%, 기술자 31% 부족 상황 확인. 2030년까지 35만 명의 추가 전문가가 필요하나 25만 명만 공급 가능하여 10만 명 부족 예상
- Digital Europe Programme 연계: "Reinforcing Skills in Semiconductors" 공모를 통해 고등교육 네트워크와 직업훈련 네트워크 구축. 최소 5개국, 5개 기관 참여로 연간 500명(학위과정), 1,000명(기술자) 양성 목표, 프로젝트당 최대 500만 유로 지원

ㅇ 교육-산업 연계 강화와 다양성 증진

- RESCHIP4EU 이중학위 프로그램: EIT Digital 주도로 9개 고등교육기관이 참여하여 임베디드 시스템 설계 석사과정(120 ECTS) 개발. 실리콘에서 시스템온칩 설계, 제조, 스마트·안전 필수 플랫폼·응용 소프트웨어까지 전방위 교육과정 구성
- European Chips Diversity Alliance (ECDA): SEMI Europe 주도로 반도체 분야 다양성·형평성·포용성 (DEI) 증진을 통한 인력 확충. 과소대표 그룹의 진입 장벽 완화와 학계-산업 협력 강화를 통한 혁신적 훈련 프로그램 개발
- 컴피턴스 센터 네트워크: 전 27개 회원국과 노르웨이에 설치된 국가별 컴피턴스 센터가 교육·접근·서비스 제공. 파일럿 라인과 연계한 실습 기반 학습으로 이론과 실무의 격차 해소, 중소기업과 스타트업의 반도체 기술 접근성 향상

ㅇ 국제 표준화와 기술 외교

- 표준화 기구 참여 확대: IEC, IEEE, JEDEC 등 국제 표준화 기구에서 유럽 기업·연구기관의 참여 확대를 통한 기술 표준 선도권 확보. 특히 양자 컴퓨팅, 뉴로모픽 컴퓨팅, 첨단 패키징 분야의 새로운 표준 개발에 유럽의 기술적 관점 반영
- 디지털 파트너십 연계: EU의 디지털 파트너십(일본, 한국, 싱가포르,

캐나다 등)을 활용한 반도체 기술·표준·인력교류 확대. 상호 연구개발 성과 공유와 공동 표준 개발을 통한 아시아-태평양 지역과의 협력 심화

- 제3국 인재 유치 전략: EU Blue Card 제도와 연계하여 반도체 전문가에 대한 우선 비자 발급 및 장기 거주 지원. 특히 인도, 중국, 미국 등에서 유럽으로의 두뇌 유입을 통한 기술 역량 보강과 다문화 혁신 생태계 구축

Ⅲ. 시사점

□ [정책 · 산업 전략] 기술 주권의 현실적 접근과 전략 재편

ㅇ Chips Act 2.0의 전주기 통합과 실행력 강화 필요성

- 전략적 자율성의 현실적 재정의: 유럽이 1990년대 44%에서 현재8-10%로 급락한 글로벌 반도체 시장 점유율을 고려할 때, 완전한 자급자족보다는 "선택적 불가결성(selective indispensability)" 전략이 현실적. 2030년 20% 목표 달성은 ECA 평가에 따르면 "매우 불가능"하지만, 핵심 분야에서의 기술적 주도권과 공급망 초크포인트 확보가 진정한 전략 목표
- 전주기 최적화 메커니즘: Chips Act 2.0의 핵심은 "설계-제조-패키징-표준-지속가능성"의 연쇄를 하나의 실행 로드맵으로 묶어 예산·인허가·평가를 신속히 집행하는 것. 특히 유럽이 취약한 설계(EDA·IP·플랫폼) 생태계와 첨단 패키징(유리·HPC·HBM) 역량 강화가 기술주권의 결정요소
- 민관협력 거버넌스 혁신: 기존 Chips Act의 예산 분산 문제(EU 직접 관리 5%, 회원국·민간 95%)를 해결하기 위해 전용 예산 라인 신설과 IPCEI 확대가 필수. 27개 회원국 공동선언으로 추진 중인 Chips Act 2.0은 규칙 간소화·의사결정 신속화를 통한 실행력 제고가 관건

ㅇ 양자-포토닉스-뉴로모픽 융합의 유럽형 차별화 전략

- 기술 융합 생태계: 양자 전략과 Chips Act의 접속은 광자·저온제어·테스트·표준 등 접속지점에서‘유럽형 불가결성’을 창출할 기회. PIXEurope 4억 유로 투자와 SpiNNcloud 1,000만 유로 EIC 지원은 기술 융합을 통한 차세대 경쟁 우위 확보의 실증 사례
- 2026년 표준화 로드맵의 전략적 중요성: 양자칩 산업화 로드맵과 표준

로드맵은 기업·연구기관의 CAPEX·인력계획의 중요한 기준점으로 작용. 표준화 선도권 확보를 통해 글로벌 밸류체인에서 핵심 위치 점유가 가능하며, 이는 시장 점유율보다 중요한 전략적 자산

- 응용 중심 혁신 생태계: 실리콘 포토닉스(데이터센터), 뉴로모픽(자율주행), 양자광자(보안통신) 등 각각의 killer application을 중심으로 한 수직 통합 생태계 구축이 성공 요인. 범용 기술 개발보다 특화 응용에서의 글로벌 리더십 확보가 현실적

ㅇ 지정학적 환경 변화에 대한 적응형 전략 필요

- 미중 경쟁 심화와 유럽의 전략적 위치: 트럼프 2기 행정부의 거래적(transactional) 정책과 중국의 기술 굴기 가속화 속에서 유럽은 "제3의 극"으로서 균형자 역할과 기술 자주성 확보의 이중 과제 직면. 네덜란드 ASML의 대중 수출규제 압박 사례처럼 기술 무기화(weaponization)에 대한 대응 전략 필수
- 공급망 다변화와 파트너십 전략: 완전한 독립보다는 "신뢰할 수 있는 파트너"와의 상호의존성 구축이 현실적. 한-유럽, 일-유럽, 대만-유럽 등 기술 협력 확대를 통한 아시아 과도의존 완화와 동시에 미국과의 기술 동맹 강화 필요

□ [연구 · 협력 전략] 글로벌 네트워크와 기술 생태계 구축

ㅇ 파일럿 라인 중심의 "Lab-to-Fab" 가속화

- 인프라 투자의 승수효과: PIXEurope 파일럿 라인, ECSA 인재양성, GENESIS 녹색제조가 연계된 통합 생태계가 TRL 향상과 상용화를 가속화. VTT, imec, CEA-Leti 등 연구기관과 X-FAB, SMART Photonics 등 파운드리의 협력이 "유럽형 반도체 생태계"의 핵심 자산
- 중소기업·스타트업 접근성 강화: 27개 회원국+노르웨이 컴피턴스 센터 네트워크와 파일럿 라인의 연계로 혁신 기업들의 프로토타이핑·소량생산 접근성 획기적 개선. 이는 실리콘밸리나 선전의 창업 생태계에 대응하는 유럽만의 차별화된 혁신 지원 모델
- MPW와 교육훈련 통합: PIX Europe의 연간 1,000명 고급 PIC 제조 교육과정과 MPW 런의 결합은 인력양성과 기술개발의 선순환 구조 창출. 이론과 실무를 결합한 hands-on 교육 모델이 아시아의 대량 인력 공급에 대응하는 유럽의 질적 우위 전략

ㅇ 국제 공동 공모와 CSA 활용의 전략적 확대

- "R&I+정책" 패키지형 접근: 실리콘 포토닉스·뉴로모픽·양자광자 분야에서 ICOS CSA의 공급망 매핑·표준 참여·위험분석과 기술개발 프로젝트의 연계를 통한 시너지 극대화. 단순한 기술개발을 넘어 글로벌 거버넌스 참여와 규범 설정 능력 확보가 핵심
- 한-유럽 전략적 파트너십의 심화: 메모리 반도체 강국 한국과 시스템 반도체·설계 강점 유럽의 상호 보완성을 활용한 차세대AI 칩 생태계 구축. 이종집적·뉴로모픽 공동 공모를 HBM-PIM, CXL, 첨단 패키징까지 확장하여 포괄적 기술 동맹 구축 필요
- 디지털 파트너십 네트워크 확장: 일본(소재·장비), 대만(파운드리), 싱가포르(설계·테스트) 등 과의 기술별 특화 협력을 통한 아시아-태평양 기술 생태계 참여. 미중 갈등 심화 속에서 "제3국" 네트워크 구축이 전략적 선택권 확대의 핵심

ㅇ녹색제조와 순환경제모델의 글로벌 표준화 주도

- GENESIS 프로젝트의 파급효과: PFAS·GHG 저감, 대체물질 개발, 자원순환 기술이 EU Green Deal·REPowerEU와 연계되어 글로벌 환경규제의 선도 모델로 작용. 이는 기술적 차별화뿐만 아니라 ESG 공급망 요구사항을 통한 시장 접근 장벽 창출 효과
- PCF 가이드라인과 공급망 투명성: SCHOTT의 제품탄소발자국 가이드라인이 업계 표준으로 확산될 경우, 유럽 기업들의 환경 규제 준수 경험이 글로벌 경쟁 우위로 전환. EU 공급망 실사 지침(CSDDD)과 택소노미 규정이 글로벌 공급망 재편의 동력으로 작용
- 그린 파이낸싱과 혁신 생태계: EIB InvestEU 프로그램과 연계한 녹색 반도체 프로젝트 우대 금융이 기술 혁신과 환경 목표의 동시 달성을 유도. 이는 아시아의 저비용 대량생산에 대응하는 유럽의 고부가가치·친환경 차별화 전략

□ [기업 · 투자관점] 밸류체인 재편과 새로운 기회 창출

ㅇ 드레스덴 ESMC 중심의 생태계 외부성 활용

- "앵커 팹" 효과와 클러스터 형성: ESMC 100억 유로 투자가Silicon Saxony 생태계에 미치는 파급효과는 단순한 제조 역량 확충을 넘어

연구·개발·테스트·패키징 전 밸류체인의 고도화. Fraunhofer CNT, TU 드레스덴 등 연구기관과의 산학연 협력이 혁신 생태계의 임계질량 형성

- 차량용·산업용 반도체의 전략적 중요성: 최첨단 노드가 아닌28/22nm, 16/12nm 성숙 기술에 특화한 ESMC의 전략적 선택이 유럽의 강점 분야(자동차·산업자동화)와 정합. 전기차·ADAS·산업IoT 등에서 유럽의 글로벌 리더십을 뒷받침하는 핵심 인프라로 기능
- 공급업체 육성과 연관산업 발전: ASML, AIXTRON 등 기존 유럽 장비업체뿐만 아니라 소재·화학물질·특수가스 등 전방위 공급망의 유럽 내 투자 유도. 이는 아시아 의존도 완화와 동시에 유럽 내 고부가가치 일자리 창출의 선순환 구조

ㅇ 첨단패키징과 Glass Substrate의 시장기회

- AI/HPC 패키징 시장의 급성장: Glass core substrate 시장이 2024년1억 9,500만 달러에서 2031년까지 연평균17% 성장하여 유럽 기업들에게 새로운 성장 동력 제공. 유기 기판 대비 50% 우수한 열 방출 성능과 10-20% 낮은 신호 손실이 차세대AI 서버의 필수 기술로 부상
- 유럽의 소재·장비 강점 활용: SCHOTT 등 특수유리 기업과 장비 업체들이 CTE 정합성, 평탄도, 표면처리 기술에서 차별화된 경쟁력 보유. 아시아가 주도하는 대량 생산 시장에서 고부가가치 특수 응용 분야의 프리미엄 시장 창출 가능
- 2.5D/3D 패키징과 HBM 연계: Glass substrate 기반 첨단 패키징이HBM, 칩렛, 웨이퍼 레벨 패키징과 결합하여 시스템 성능 혁신을 주도. 이는 메모리-로직 통합, AI 가속기 등에서 새로운 아키텍처 혁신의 핵심 요소

ㅇ ESG와 규제 준수의 경쟁력 전환

- 선제적 환경 규제 대응: EU의 엄격한 환경 규제(PFAS 규제, CBAM, 공급망 실사 지침)를 준수하는 과정에서 축적된 기술·노하우가 글로벌 시장에서 차별화 요소로 작용. 조달·설계 단계부터 PCF, 재생전력, 폐수·가스 저감 솔루션 채택이 필수
- 순환경제 비즈니스 모델: 희토류·크리티컬 머티리얼의 재활용·회수 기술 개발이 자원 의존성 완화와 동시에 새로운 수익 모델 창출. 특히 반도체 제조 공정에서 발생하는 부산물의 재활용을 통한 원가 절감과 환경 성과

동시 달성

- ESG 금융과 투자 유치: EU 택소노미 적격 활동으로 분류되는 녹색 반도체 프로젝트는 저금리 융자, 그린본드 발행, ESG 투자자 유치에서 유리한 위치. 이는 아시아 경쟁사 대비 자본비용 우위를 통한 경쟁력 확보 수단

ㅇ 인재 확보와 다양성 전략의 전략적 중요성

- 인력 부족 위기의 기회 전환: 2030년까지 10만 명 반도체 전문가 부족 예상 상황에서 ECSA, RESCHIP4EU 등 체계적 인재양성 프로그램 참여가 인재 확보의 핵심. 특히 하드웨어 엔지니어링 52%, 기술자 31% 부족 상황은 기업의 전략적 인재 투자가 경쟁 우위 창출의 직접적 수단임을 의미
- 제3국 인재 유치와 다문화 혁신: EU Blue Card 제도와 연계한 글로벌 인재 유치가 기술 혁신과 시장 다변화의 동력. 특히 인도, 중국, 미국 등에서 유럽으로의 두뇌 유입을 통한 기술 역량 보강과 글로벌 네트워크 확장 효과
- 다양성·형평성·포용성(DEI) 투자: ECDA를 통한 과소대표 그룹의 진입 장벽 완화가 인력 확충과 동시에 혁신 다양성 증진으로 이어져 장기적 경쟁력 강화. 이는 단순한 사회적 책임을 넘어 혁신 역량 확대의 전략적 투자

※참고자료

http://www.european-chips-act.com/

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32023R1781

https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-chips-act

https://sciencebusiness.net/news/semiconductors/eu-governments-set-out-priorities-chips-act-20

https://www.eusemiconductors.eu/sites/default/files/2025.09.12_ESIA-Position_EUChipsAct2.pdf

https://www.eca.europa.eu/en/publications/SR-2025-12

https://qt.eu/media/pdf/Quantum_Europe_Strategy_July_2025.pdf

https://cordis.europa.eu/programme/id/HORIZON_HORIZON-CL4-2025-03-HUMAN-19

https://www.schott.com/en-tw/news-and-media/media-releases/2025/schott-unveils-cutting-edge-glass-solutions-for-advanced-semiconductor-packaging-at-semicon-taiwan-2025

https://manufacturing-today.com/news/tsmc-ramps-up-european-chip-manufacturing-with-plans-for-multiple-plants-by-2027/

https://www.eetimes.eu/esmc-300-mm-wafer-fab-a-bid-to-eus-semiconductor-sovereignty/

https://www.imec-int.com/en/press/genesis-project-launches-lead-europes-transition-sustainable-semiconductor-manufacturing

https://www.euro-access.eu/en/calls/2219/International-cooperation-in-semiconductors

https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-neuromorphic-chip-market

https://www.intelmarketresearch.com/glass-core-substrates-2025-2032-459-6095

https://www.nature.com/articles/s41467-025-57352-1

https://www.parcthinktank.org/Uploads/Files/semiconductor-sovereignty.pdf

https://insightplus.bakermckenzie.com/…FgvhhXKiQmO6P…

https://www.vttresearch.com/en/news-and-ideas/vtt-joins-pixeurope-advanced-european-photonics-pilot-line

https://www.ebrains.eu/news-and-events/brain-tech-in-action-german-spinncloud-computing-startup-secures-funding-of-10-million-euro