

2025학년도 하계 지능형반도체공학과 해외 학술연수 결과보고서

1. 주요 참관 내용

이번 해외 학술연수에서 가장 인상 깊었던 일정은 오사카대학 방문이었다. 이 자리에서는 박성준 교수님이 소속 되어있던 연구팀이 발표한 Nature Electronics 논문 연구 성과를 직접 소개받을 수 있었다. 해당 연구는 차세대 반도체 소자에서 전하 이동 메커니즘과 계면 특성 제어가 소자의 전기적 특성과 신뢰성에 어떤 영향을 미치는지를 규명한 내용이었다. 특히 나노미터 스케일의 소자에서는 계면 상태 밀도가 전자 이동도에 미치는 영향이 극대화되며, 이를 최소화하기 위한 재료 선택과 계면 엔지니어링의 중요성이 강조되었다. 발표를 통해 소자의 성능 향상뿐 아니라 장기 신뢰성 확보를 위해 계면의 물리적·화학적 특성을 정밀하게 제어하는 기술의 필요성을 이해할 수 있었다.

오사카대학 연구진은 논문에서 제시된 실험 데이터와 함께 소자 계면 분석 방법을 설명하며, 반도체 소자 특성을 결정하는 핵심 요소가 단순한 채널 설계가 아니라 계면 품질과 전하 수송의 상관관계라는 점을 강조했다. 이를 통해 소자 구조 설계, 재료 선택, 공정 조건이 서로 긴밀히 연결되어 있다는 사실을 다시 한번 확인할 수 있었다. 이 강연은 단순한 이론 수업과 달리 실제 연구 현장에서의 데이터를 기반으로 한 설명이었기 때문에, 반도체 소자 연구의 깊이를 직접 느낄 수 있는 중요한 경험이었다.

교토대학에서는 반도체 재료의 전기적 특성 분석과 측정 기술에 대한 강연을 통해 다양한 계측 기법과 연구 방법론을 배웠다. 특히 고주파 전송 특성과 저잡음 특성을 평가하는 기법, 재료의 밴드 구조 변화가 소자 동작에 미치는 영향 등에 대한 설명은 연구의 응용 가능성을 넓히는 계기가 되었다. 교토산업대학에서는 첨단 패키징 기술과 집적 회로 설계의 상관관계를 다룬 세미나를 통해 시스템 수준에서의 반도체 기술 발전 방향성을 살펴볼 수 있었다. 최근 고성능 AI 반도체와 고집적 메모리에서 패키징 기술이 차지하는 비중이 커지고 있다는 점을 확인하며, 소자 단위의 연구와 시스템 단위의 설계가 상호 보완적으로 발전해야 한다는 것을 느꼈다.

기업 방문에서는 삼코(SAMCO)와 스크린(Screen)의 생산 현장을 참관했다. 삼코에서는 플라즈마를 이용한 초정밀 식각 및 박막 증착(ALD) 기술을 직접 관찰하며, 공정 변수의 미세한 변화가 소자의 계면 품질과 성능에 미치는 영향을 확인할 수 있었다. 특히 고균일성 박막 증착을 위한 플라즈마 조건 최적화와 계면 손상 최소화 기술은 향후 연구에서 중요한 참고가 될 수 있는 부분이었다. 스크린에서는 웨이퍼 세정과 포토리소그래피 장비를 통해 미세 패턴 형성 과정에서 청정도와 오염 제어의 중요성을 이해했다. 고집적 반도체에서 단일 입자 오염이 전체 소자 수율에 미치는 영향이 크다는 점은 산업 현장의 엄격한 품질 관리 체계를 실감하게 했다.

2. 참관 소견 및 향후 발전 계획

이번 해외 학술연수는 단순히 해외 연구실과 기업을 방문하는 차원을 넘어, 실제 연구 성과와 산업 현장을 연결하는 경험이었다. 특히 오사카대학에서 계면 특성 제어가 소자의 전하 수송 특성과 신뢰성을 좌우한다는 연구 결과는 앞으로의 반도체 소자 개발 방향에 대한 중요한 시사점을 제공했다. 이 경험은 단순한 이론 학습이 아니라, 반도체 연구가 실험 데이터와 공정 기술을 기반으로 진화한다는 사실을 체감하게 했다.

향후 연구 계획에 있어 이번 연수에서 얻은 지식은 매우 중요한 출발점이 될 것이다. 우선 오사카대학에서 배운 전하 이동 메커니즘과 계면 상태 분석의 중요성을 학부 연구 프로젝트에 적용하여, 소자 신뢰성 향상과 특성 최적화 방안을 탐구하고자 한다. 또한 교토산업대학에서 접한 패키징 기술과 시스템 설계의 연계를 바탕으로, 소자 단위 연구와 시스템 수준 최적화를 결합한 통합적 연구 방향을 설정할 계획이다.

기업 방면에서 확인한 산업 현장의 공정 제어와 품질 관리 수준은 연구의 실용성을 높이는 데 있어 중요한 참고가 된다. 삼코와 스크린에서 본 플라즈마 공정과 웨이퍼 세정 기술은 소자 특성에 직결되는 핵심 요소이며, 이를 바탕으로 향후 연구에서는 실험 데이터와 공정 변수 간의 상관관계를 보다 체계적으로 분석하고자 한다.

이번 연수를 통해 느낀 가장 큰 점은 반도체 연구가 이론, 실험, 산업 현장이 긴밀하게 연결될 때 비로소 완성도를 갖춘다는 점이다. 앞으로도 이번 경험을 바탕으로 글로벌 연구 환경에서 경쟁력 있는 연구를 수행하는 전문 반도체 연구원으로 성장하는 것을 목표로 한다. 특히, 계면 제어와 전하 수송 특성 분석에 집중하여 차세대 고신뢰성 소자 개발에 기여할 수 있는 연구를 이어 나갈 계획이다.

