

반도체 제조공정의 이해와 최신 기술 이슈

반도체 제조공정을 물리/화학/재료 관점에서 이해하고, 2~3nm 초미세화 시대에 직면한 기술적 도전과 연구 기회를 통합적으로 이해하는 것을 목표로 한다. 먼저 반도체 산업 구조와 미세화 경쟁의 배경을 간략히 살펴본 뒤, 전공정(FEOL)과 후공정(BEOL), 패키지(Package)의 전체 흐름을 개괄한다. 이어 반도체 제조의 핵심 공정 중 산화 공정의 확산 및 반응 지배 메커니즘, CVD와 ALD에서의 표면 흡착 및 self-limiting 반응, 플라즈마 식각(plasma etching)에서의 라디칼(radical) 기반 반응과 선택비 제어, CMP에서 화학적 연마와 기계적 제거의 상호작용 등 공정의 물리/화학적 원리를 반응 속도론과 계면 열역학 관점에서 설명한다. 첨단 기술인 EUV 리소그래피(lithography)의 확률적 결함(stochastic defect)과 포토레지스트(photoresist) 광화학의 한계, FinFET에서 GAA 구조로의 전환에 따른 계면 상태 밀도 문제, HBM 기반 3D 적층에서의 열응력과 소재 안정성 이슈를 최신 산업 동향과 함께 소개한다. 이를 통해 반도체 미세화의 본질이 물리적 한계를 넘어 계면 자유에너지와 반응 제어의 정밀성에 있음을 확인하고, 자연계열 전공자가 소재 개발, 공정 최적화, 분석 및 모델링 분야에서 수행할 수 있는 역할과 학문적 확장 가능성을 제시한다.