

비광학적 미세구조 제작기술



문 주 호
 연세대학교
 jmoon@yonsei.ac.kr

미세구조 제작기술은 현대 과학기술의 핵심분야 중의 하나로 반도체산업의 메모리와 연산장치 제조를 포함하여 다양한 전기/전자, 정보, 광학, 바이오 소자 구현을 위한 중심이 되는 기술이다. 현재 대표적인 미세구조 제작 기술은 반도체 고집적소자 제조공정에 사용되는 노광식각공정(photolithography)으로 구현하려는 구조체의 최소 크기는 광원의 파장과 밀접한 관계를 갖고 있어 작은 구조체 일수록 더 짧은 파장의 광원이 필요하게 된다. 현재 제조 공정에는 100 nm 정도의 미세구조를 구현할 수 있고, 이를 통하여 16 Giga bit급 고집적 메모리소자의 제조가 가능하며 보다 작은 소자 구현을 위해서는 Extreme UV, Soft X-Ray, Focused Ion-Beam 등의 새로운 광원이 필요하게 된다. 그러나 고해상도 미세구조 제작 공정을 위한 노광식각공정의 필수 요소인 광원이 고가이며 식각공정에 고난도의 기술을 요하게 되어 재현성 부족 및 제조원가 상승의 요인을 갖고 있다. 또한 광학적 미세구조 제작의 근본적인 문제는 차세대 광원을 이용하는 방법으로도 30 nm 이하의 해상도를 얻기가 어렵다는 점, 식각공정에 민감한 재료에는 적용할 수 없다는 점, 미세패턴 구현이 평면기판으로 국한되어 유연성을 갖는 곡면 기판에는 불가능하다는 점, 구현가능 형상이 이차원 구조체로 제한되는 점 등의 단점을 갖고 있다. 그러나 최근 BT, IT, NT간의 융합기술을 바탕으로 하는 새로운 기능성 미세 소재/소자 구현의 필요성이 점차 커지고 있으며 세라믹, 금속, 유기물 등의 다양한 소재 및 기판 위

에서 3차원 구조체를 포함한 형상을 자유롭게 구현할 수 있는 미세패턴 제작공정이 핵심기술로 인식되고 있다.

현재까지 Direct Laser Writing, Ink-Jet Printing, Micro-Stereolithography, Micromachining, Nano Imprinting, Dip-Pen Nanolithography, Soft Lithography 등 다양한 형태의 비광학적 미세패턴형성 기술이 개발되었으나 선진국에서도 아직 기초연구가 중심이 되어 진행되고 있고 산업계로의 응용기술개발은 초기단계에 머물러있다. 현 기술수준은 반도체공정의 노광식각공정을 대체하기에는 아직 신뢰성 및 재현성 부족, 대면적 정확도 및 고정밀도 부족 등의 문제를 갖고 있으나 지속적이며 체계적인 연구를 수행할 경우, 신속하고도 경제적인 주문적응형 미세구조 제작기술로 발전할 가능성이 높으며 선진국에 비해서도 기술적 우의를 보유한 원천기술로 응용될 수 있을 것이다.

이러한 신기술의 적용 가능한 응용분야로는 미세화학반응기(microreactor), 미세유체제어(microfluids) 등의 Nano/Micro Electromechanical System, 생물학적/화학적 미세센서 소자, DNA/단백질용 미세바이오 분석시스템, combinatorial chemistry용 미세어레이(microarray), 양자점 어레이(quantum dot array), 평면 광도파로(waveguide), 미세렌즈(microlenses) 및 회절격자(diffraction gratings), 정보표시장치 등 다양한 영역의 차세대 고부가가치 소재/소자 제조의 핵심공정으로 적용할 수 있다.