

방사광을 이용한 분자/반도체 표면 조작

황찬국

포항가속기연구소

정보화 사회의 기반인 반도체 소자 제작을 위해서는 ‘패터닝’ 공정을 거치게 되는데, 대표적인 top-down 방식이며 현재 소자 제작 공정에 사용되는 자외선 리소그래피 기술(UVL)은 더 이상 집적도를 향상시키는데 한계에 부딪히고 있다. 소자 제작 공정에 사용되고 있는 나노패터닝 기술은 현재 sub-마이크로미터 수준을 넘어 이미 60 나노미터 소자를 제작하는 단계에 도달하였고 앞으로 10년 이내에 30 나노미터 수준의 소자 상용화를 목표로 하고 있다. UVL의 한계를 극복하기 위해서 극자외선 리소그래피, 전자빔 리소그래피, 나노 임프린트 리소그래피, 마이크로 접촉 프린팅, 주사 탐침 리소그래피 등 다양한 차세대 리소그래피 기술이 개발 중에 있다. 이 중에서, 보다 짧은 파장의 광원을 이용하는 극자외선 리소그래피는 기존의 자외선 리소그래피 기술을 극복하고 앞으로 반도체 산업을 이끌어가기에 가장 적합한 공정기술로 손꼽히고 있다. 광 리소그래피에서는 폴리머 필름을 감광제로 사용하기 때문에 극자외선과 폴리머의 광 반응성에 대한 연구가 주를 이루어 왔다. 그러나, 파장이 짧은 극자외선의 높은 흡수율, 필름의 두께보다 얇은 초점심도 때문에 두꺼운 폴리머 필름은 나노 수준의 분자 패턴 제작에 한계를 지니고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 나노미터 두께의 자기조립단분자막을 감광제로 사용하려는 연구가 진행되고 있다. 폴리머에 비해 상대적으로 간단하지만 자기조립단분자막은 극자외선과의 상호작용을 이해하기에는 여전히 복잡한 시스템이라 할 수 있다. 본 연구에서는 실리콘 표면위의 수소, 염소 등의 단원자분자막, 암모니아, 물 등의 이원자분자막과 극자외선 혹은 연 X-선과의 상호작용에 대한 연구 결과를 소개하고자 한다. 이러한 분자막은 기존의 리소그래피에서 사용되는 두껍고 복잡한 형태의 폴리머에 비해 두께가 나노미터 수준으로 얇아 패턴의 해상도를 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 그 구조가 잘 정의된 시스템으로, 분자가 흡착된 고체 표면과 빛과의 상호작용에 대한 기본적인 현상 규명에 매우 적합한 모델 시스템이 될 것이다. 이러한 연구를 기반으로 극자외선 리소그래피를 이용하여 실제 소자 제작에 응용될 수 있는 시스템 즉, 빛에 대한 반응성이 높거나 열적, 화학적 안정성이 높은 자기조립 단분자막의 극자외선 혹은 연 X-선에 대한 광 반응성 결과를 소개하고자 한다.