

Contact block copolymer technique을 이용한 실리콘 나노-필라 구조체 제작방법

김두산¹, 김화성¹, 박진우¹, 윤덕현¹, 염근영^{1,2}

¹성균관대학교 신소재공학과, ²성균관대학교 성균나노과학기술원

Plasmonics, sensor, field effect transistors, solar cells 등 다양한 적용분야를 가지는 실리콘 구조체는 제작 공정에 의해 전기적 및 광학적 특성이 달라지기 때문에 적합한 나노구조 제작방법이 요구되고 있다. 나노구조체 제작방법으로는 Photo lithography, Extreme ultraviolet lithography (EUV), Nano imprinting lithography (NIL), Block copolymer (BCP) 방식의 방법들이 연구되고 있으며, 특히 BCP는 direct self-assembly 특성을 가지고 있으며 가격적인 면에서도 큰 장점을 가진다. 하지만 BCP를 mask로 사용하여 식각공정을 진행할 경우 BCP가 버티지 못하고 변형되어 mask로서의 역할을 하지 못한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 BCP와 질화막을 이용한 double mask 방법을 사용하였다. 기판 위에 BCP를 self-assembly 시키고 mask로 사용하여 hole 부분으로 노출된 기판을 Ion gun을 통해 질화 시킨 후에 BCP를 제거한다. 기판 위에 hole 모양의 질화막 표면은 BCP와 다르게 etching 공정 중 변형되지 않는다. 이러한 질화막 표면을 mask로 사용하여 pillar pattern의 실리콘 나노구조체를 제작하였다.

질화막 mask로 사용되는 template은 PS와 PMMA로 구성된 BCP를 사용하였다. 140kg/mol의 polystyrene 과 65kg/mol의 PMMA를 톨루엔으로 용해시키고 실리콘 표면 위에 spin coating으로 도포하였다. Spin coat 후 230도에서 40시간 동안 열처리를 진행하여 40nm의 직경을 가진 PS-b-PMMA self-assembled hole morphology를 형성하였다. 질화막 형성 및 etching을 위한 장비로 low-energy Ion beam system을 사용하였다. Reactive Ion beam은 ICP와 3-grid system으로 구성된 Ion gun으로부터 형성된다. Ion gun에 13.56 MHz의 frequency를 갖는 200W 전력을 인가하였다. Plasma로부터 나오는 Ion은 2Φ의 직경의 hole을 가지는 3-grid hole로 추출된다. 10~70 voltage 범위의 전위를 plasma source 바로 아래의 1st grid에 인가하고, 플럭스 조절을 위해 -150V의 전위를 2nd grid에 인가한다. 그리고 3rd grid는 접지를 시켰다. chamber내의 질화 및 식각가스 공급은 2mTorr로 유지시켰다. 그리고 기판의 온도는 냉각칩러를 이용하여 -20도로 냉각을 진행하였다. 이와 같은 공정 결과로 100 nm 이상의 높이를 갖는 40 nm직경의 균일한 Silicon pillar pattern을 형성 할 수 있었다.

Keywords: Silicon nano-pillar structure, Block copolymer, Surface nitride, Ion beam etching