

EE404 Device Fabrication Process for Nanotechnology (Spring 2022)

Prof. Hyuk-Jun Kwon

Homework #1 (350 points)

Due date: 04/07/2022

Problem Set #1 – Top-down process (Photolithography)

반도체 산업에서 로직 소자는 2010 년에 32 nm 노드에서 현재는 7 nm 노드로 그 크기가 현저하게 줄어들었다. 하지만 14 nm 등 10 nm 범위의 초미세공정을 위한 노광(photolithography) 공정에는 아직도 193 nm ArF Eximer laser 를 광원으로 사용하면서 매우 작은 패턴을 완성하고 있다.

- a) (50 pts) Immersion 노광은 193 nm ArF laser 광원의 노광 한계를 극복하기 위해 많이 사용하고 있는 방법이다. 어떠한 원리로 노광 한계를 극복하는지 그 원리를 구체적으로 물리적 관계식을 활용하여 설명하시오.
- b) (50 pts) EUV 노광은 기존의 노광 방식과 달리 reflective optics 를 활용한다. 그 이유가 무엇인지 설명하시오.
- c) (100 pts) 위에서 언급한 immersion 그리고 EUV 노광 기술 외에도 기존의 193 nm 의 광원에서 오는 노광 한계를 극복하기 위한 다양한 접근 방법들이 시도되었고 사용되고 있다. 그 방법이 어떠한 것들이 있는지 적어도 3 가지 이상을 설명하시오.

Problem Set #2 – Oxidation

반도체 물질은 다양한 방법(예: thermal oxidation, electrochemical anodization, plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD) 등) 으로 산화(oxidation)가 가능하다. 이러한 방법 중 열산화(thermal oxidation) 방법은 여전히 현대 실리콘 IC 기술의 주요 공정으로 활용하는 만큼 실리콘 소자 제작을 위해 매우 중요한 방법이다.

- a) (75 pts) 만약 열산화 공정으로 실리콘 산화막(silicon oxide, SiO_2)의 두께를 x 만큼 성장하였다면 희생되는 (consumed) 실리콘 층의 두께는 얼마인지 volume of mol.의 개념을 통해 구체적으로 설명하시오.

Note) 실리콘의 molecular weight: 28.9 g/mol // 실리콘의 density: 2.33 g/cm³ // 실리콘 산화막의 molecular weight: 60.08 g/mol // 실리콘 산화막의 density: 2.21 g/cm³

- b) (75 pts) 실리콘 산화막의 두께를 0.3 μm 를 산화막이 없는 실리콘 기판 (Si substrate) 위에 1,000 도의 온도에서 wet 산화 방식으로 형성시키고자 한다. 이를 위한 산화 시간을 아래 그래프를 활용하여 구하시오.

