

ST-P009

### Plasma Etcher Chamber Wall Condition Analysis Using Actinometry

엄정환, 강태균, 최창원, 윤태양

삼성전자 E 기술팀, 메모리 사업부, 삼성전자

**Abstract**

반도체 디바이스의 집적화로 인하여 약간의 상태변화에 의하여 Chip의 불량률이 발생하고 있다. 이로 인하여 일정한 플라즈마 상태를 유지 하는 것이 중요 한데 일정한 플라즈마 상태를 유지하기 위한 조건 중에 중요한 것이 챔버 Wall의 상태에 따른 변화 이다. 반도체 양산 장비에서 챔버 wall 상태를 직접 관찰하기는 어렵기 때문에 OES를 통한 많은 간접 분석방법의 개발이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 간접 분석 방법 중 Actinometry 기법을 통하여 wall 상태를 분석하는 내용을 소개 하고 있으며 Argon gas를 통하여 전자온도, EEDF를 그려줄 수 있다는 내용을 담고 있다.

**Introduction**

OES는 일반적으로 End point detect을 하는데 쓰이고 있다. 하지만 OES가 담고 있는 내용과 실험을 통하여 얻어진 DB를 활용하여 조합하면 더욱 많은 내용을 알아낼 수가 있으며 actinometry가 그 방법 중 하나 이다. OES는 플라즈마에서 여기 된 species에서 방출하는 빛을 볼 수가 있다.  $X^* \rightarrow X + h\nu$ 의 과정으로 빛을 발산 하며 발산되는 빛의 세기는  $I_i = \Gamma_i k_i [e^-][i]$ 로 나타낸다. 빛의 세기는 전자밀도( $e$ ), 발광 species의 확산 선속( $\Gamma$ ), 여기 된 species 밀도( $i$ ), 여기 효율( $k$ )의 비례함수로 나타낼 수가 있다. 여기 효율 함수인  $k$ 는  $k_i = \int_0^\infty \mu(\epsilon) \sigma_i(\epsilon) f(\epsilon) d\epsilon$ 로 표현이 되며 해당 species의 cross section과 EEDF로 나타낼 수가 있다. 본 연구에서는 argon plasma에서 argon의 wall sputtering을 통해 방출 되는 fluorine의 발광 세기를 보면 wall에 흡착되어있는 fluorine concentration을 다음과 같은 수식,  $[F] \propto I_{F/Ar} [Ar]$ 을 통하여 알 수가 있다. 또한 DB로 알 수 있는 간단한 species의 cross section을 통하여 EEDF를 근사하여 확인할 수가 있으며 이를 통하여 전자밀도, 전자온도 등 probe를 통하여 얻을 수 있었던 정보들을 확인 가능 하다. 현재까지는 간단한 Argon plasma를 통하여 langmuir probe로 확인 된 전자온도와 actinometry를 이용한 계산 결과와 밀접한 관계를 얻었다. 하지만 실제로 공정 gas로 많이 이용되고 있는 복잡한 화학종에 대한 DB가 부족하여 아직까지는 간단한 단원자 gas들만 적용이 가능하다는 단점이 있다. Actinometry는 빛의 세기에 관여하는 요인인 전자밀도, 효율등을 상쇄시키면서 순수한 반응물의 발생정도만 비교가 가능하기 때문에 wall conditioning 분석에는 보다 효율적인 방법이다.

**Keywords:** Chamber wall condition, etcher, actinometry, OES

ST-P010

### Rotated Domains in Chemical Vapor Deposition-grown Monolayer Graphene on Cu(111): Angle-resolved Photoemission Study

Cheolho Jeon<sup>1</sup>, Han-Na Hwang<sup>2</sup>, Wang-Geun Lee<sup>3</sup>, Yong Gyun Jung<sup>4</sup>, Kwang S. Kim<sup>3\*</sup>, Chong-Yun Park<sup>5\*</sup>, Chan-Cuk Hwang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Materials Science, Korea Basic Science Institute, Daejeon, <sup>2</sup>Beamline Research Division, Pohang Accelerator Laboratory, POSTECH, Pohang, <sup>3</sup>Center for Superfunctional materials, Department of Chemistry and Department of Physics, POSTECH, Pohang, <sup>4</sup>Surface Technology Research Group, Technical Research Laboratories, POSCO, Pohang, <sup>5</sup>Department of Physics, Sungkyunkwan University, Suwon

Copper is considered to be the most promising substrate for the growth of high-quality and large area graphene by chemical vapor deposition (CVD), in particular, on the (111) facet. Because the interactions between graphene and Cu substrates influence the orientation, quality, and properties of the synthesized graphene, we studied the interactions using angle-resolved photoemission spectroscopy. The evolution of both the Shockley surface state of the Cu(111) and the  $\pi$  band of the graphene was measured from the initial stage of CVD growth to the formation of a monolayer. Graphene growth was initiated along the Cu(111) lattice, where the Dirac band crossed the Fermi energy ( $E^F$ ) at the K point without hybridization with the d-band of Cu. Then two rotated domains were additionally grown as the area covered with graphene became wider. The Dirac energy was about -0.4 eV and the energy of the Shockley surface state of Cu(111) shifted toward the  $E^F$  by  $\sim 0.15$  eV upon graphene formation. These results indicate weak interactions between graphene and Cu, and the electron transfer is limited to that between the Shockley surface state of Cu(111) and the  $\pi$  band of graphene. This weak interaction and slight lattice mismatch between graphene and Cu resulted in the growth of rotated graphene domains ( $9.6^\circ$  and  $8.4^\circ$ ), which showed no significant differences in the Dirac band with respect to different orientations. These rotated graphene domains resulted in grain boundaries which would hinder a large-sized single monolayer growth on Cu substrates.

**Keywords:** Graphene, Cu, rotated domain, band structure, CVD