

## 저온 플라즈마 반응기에서의 수정충돌주파수를 이용한 실리콘 나노 입자 형성 모델링

김영석<sup>1</sup>, 김동빈<sup>1</sup>, 김형우<sup>2</sup>, 김태성<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 기계공학과, <sup>2</sup>성균관대학교 성균나노과학기술원

반도체 및 디스플레이 산업은 많은 공정들에서 저온 플라즈마 반응을 이용한다. 특히 소자 제작을 위한 실리콘 박막의 증착은 저온 플라즈마 공정의 주요 공정이다. 하지만 실리콘 박막을 합성하는데 있어서 저온 플라즈마에서 형성되는 실리콘 나노 입자는, 오염입자로서 박막의 특성을 악화시켜 소자 생산 수율을 악화시키는 주요 원인이 되고 있다. 따라서 플라즈마에서 입자 형성의 원인이 되는 화학 반응 및 입자들의 성장 매커니즘에 대한 연구는, 1980년대 플라즈마 공정에서 입자 합성이 보고된 이래 공정의 최적화를 위해 꾸준히 연구되어왔다. 이러한 매커니즘의 연구들은, 플라즈마 화학반응에 의해 실리콘 입자 핵을 만들어 내는 과정과 입자들이 충돌에 의해 성장해가는 과정으로 나뉜다. 플라즈마 화학 반응 과정은 아레니우스 방정식에 의해 정의된 반응계수를 이용하여 플라즈마 내 전자와 이온, 중성 화학종들이 전자 온도와 전자 밀도, 챔버 온도 등에 의해 결정되는 현상을 모사한다. 또한 이 과정에서 실리콘을 포함하는 화학종들의 반응에 의해 핵이 생성 되가는 양상을 모사한다. 생성된 핵은 충돌에 의해 입자가 성장해 가는 과정의 가장 작은 입자로서 이용된다. 입자들이 성장해가는 과정은 입자들이 서로 충돌하면서 다양한 입경의 입자로 분화되어가는 현상을 모사한다. 이 과정에 의해 다양한 입경분포로 분화된 입자들은 플라즈마 내 전자에 의해 하전되며, 이러한 하전 양상은 입경에 따라 다른 분포를 보인다. 본 연구에서는 입자의 하전 분포를 고려하여, 입자들의 성장의 주요 원인인 입자간의 충돌을 대표하는 충돌주파수를 수정하는 방식을 채택하여 보다 정밀한 입자 성장 양상을 모델링하였다. Inductively coupled plasma (ICP) 타입의 저온 플라즈마 반응기에서 합성된 입자들을 Particle Beam Mass Spectrometer (PBMS)와 Scanning Electron Microscope (SEM)를 이용하여 입경분포를 측정된 데이터와 모델링에 의해 계산된 결과를 비교하여 본 모델의 유효성을 검증하였다. 검증을 위해 100~300 mtorr의 챔버 압력 조건과 100~350 W의 입력 전력 조건들을 달리하며 측정된 결과와 계산한 데이터를 조건별로 비교하였다.

**Keywords:** 저온 플라즈마, 입자 합성, 수정충돌주파수

## Flexible and Transparent CuO/Cu/CuO Electrodes Grown on Flexible PET Substrate by Continuous Roll-to-roll Sputtering for Touch Screen Panels Cells

Dong-Ju Kim, Han-Ki Kim\*

Department of Advanced Materials Engineering for Information and Electronics,  
Kyung Hee University, 1 Seocheon-dong, Yongin, Gyeonggi-do 446-701

We prepared a flexible and transparent CuO/Cu/CuO multilayer electrodes on a polyethylene terephthalate (PET) substrate using a specially designed roll-to-roll sputtering system at room temperature for GFF-type touch screen panels (TSPs). By the continuous roll-to-roll sputtering of the CuO and Cu layer, we fabricated a flexible CuO(150nm)/Cu(150nm)/CuO(150nm) multilayer electrodes with a sheet resistance of 0.289  $\Omega$ /square, resistivity of  $5.991 \times 10^{-23} \Omega$ -cm, at the optimized condition without breaking the vacuum. To investigate the feasibility of the CuO/Cu/CuO multilayer as a transparent electrode for GFF-type TSPs, we fabricated simple GFF-type TSPs using the diamond patterned CuO/Cu/CuO electrode on PET substrate as function of mesh line width. Using diamond patterned CuO/Cu/CuO electrode of mesh line 5  $\mu$ m with sheet resistance of 38  $\Omega$ /square, optical transmittance of 90% at 550 nm and an average transmittance of 89% at wavelength range from 380 to 780 nm, we successfully demonstrated GFF-type touch panel screens (TPSs). The successful operation of GFF-type TPSs with CuO/Cu/CuO multilayer electrodes indicates that the CuO/Cu/CuO multilayer is a promising transparent electrode for large-area capacitive-type TPSs due to its low sheet resistance and high transparency.

**Keywords:** TSP, Metal mesh, CuO, Cu thin film