

PECVD에 의해 증착된 비정질 탄소층에서 아르곤 가스의 효과

김경수, 배근학, 노형욱, 박소연, 김호식, 박성호*, 정주희*, 정일현*
(주)아토, 단국대학교*

Effects of Argon Gas on Amorphous Carbon Layer Deposited by PECVD

Kyung-soo Kim, Geun-Hag Bae, Hyung-Wook Noh, So-Yeon Park, Ho-Sik Kim, Sung-ho Park*, Ju-hee Jung* and Il-Hyun Jung*
ATTO Co. Ltd, DanKook Univ.*

Abstract : 3,3-Dimethyl-1-butene (C_6H_{12}) monomer를 이용하여 RF power와 압력에 따라 증착된 막의 refractive index와 extinction coefficient를 알아보았다. 증착된 막의 n & k는 power/pressure가 증가할수록 증가하였으며, Ar으로 증착된 막이 더 낮은 값을 갖는 것으로 나타났다.

Key Words : plasma polymerization, amorphous carbon layer, 3,3-dimethyl-1-butene

1. 서 론

비정질 탄소층 (amorphous carbon layer, ACL)은 sp^2 와 sp^3 결합의 비율에 따라 PLC (polymer like carbon), DLC (diamond like carbon), GLC (graphite like carbon)으로 분류된다. 비정질 탄소층은 반도체 재료, 생체 재료, 하드코팅, 부식 방지용, Solar Cell, OLED, touch panel 등 다양하게 응용되고 있다. 현재까지 사용되고 있는 탄화수소 화합물은 일반 화학식 탄소의 수가 1 ~ 9 사이의 범위를 갖지만 구조식으로 볼 때 선형 또는 고리형의 물질이 사용되고 있다. 원료물질 구조에서 선형인 알칸계열 (C_nH_{2n+2}), 알켄계열 (C_nH_{2n}), 알킨계열 (C_nH_{2n-2})이고, 탄소수 n은 1-5개이다. 고리형의 물질로는 벤젠계열, 사이클로헥산계열 등이 사용되고 있다.

본 연구에서는 3,3-dimethyl-1-butene으로 증착된 비정질 탄소층의 광학적 특성을 알아보았고, 아르곤과 헬륨으로 증착되었을 때의 변화를 관찰하였다.

2. 실험

실험 장치는 그림 1과 같이 bottom electrode plasma 장비를 사용하였다. 13.56 MHz rf-generator를 이용하였으며 원료 물질인 3,3-dimethyl-1-butene을 carrier gas인 He과 Ar으로 bubbling 시켜 공급하였다.

실험 조건은 상온($25^\circ C + \Delta 5$)에서 power를 15~60 watt (Input power density : $0.35 \sim 0.75 \text{ W/cm}^2$), pressure를 350~800 mTorr로 증착하였다.

증착된 막의 두께를 α -step profilometer으로 측정하였고, n (refractive index)와 k (extinction coefficients)는 ellipsometric Spectroscopy로 측정하였다. 또한, 화학적

구조를 Fourier Transform Infrared Spectroscopy과 Raman Spectroscopy으로 알아보았으며 hardness와 modulus를 Nano-indenter XP로 측정하였다.

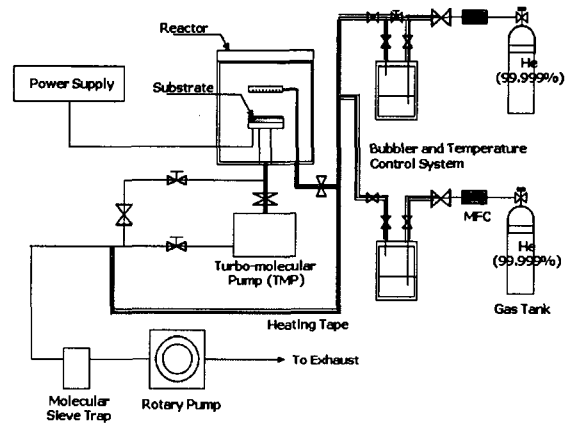


그림 1. 실험 장치

3. 결과 및 고찰

그림2는 PECVD 장치로 3,3-dimethyl-1-butene를 증착하여 ellipsometer로 측정하여 photon energy에 따른 n & k 값의 변화를 나타내었다.

증착된 막의 refractive index (n)은 낮은 photon energy에서 증가하다가 2.6 eV에서 감소하기 시작하였고, 전체적으로 1.86~2.02로 변화하였다. 또한 extinction coefficient (는 0.01~0.26으로 photon energy가 증가할수록 함께 증가하였지만, photon energy가 4.4 eV 이상에서는 일정하였다.

이를 파장으로 하여 각각 633 nm와 240 nm 파장에서의 n은 1.99와 1.86이었으며 k는 0.05와 0.26이었다. 각 실험 조건에서 증착된 막을 두 파장에서의 n과 k값으로 Ar과 He으로 증착하였을 때를 비교하여 첨가가스의 영향을

알아보았다.

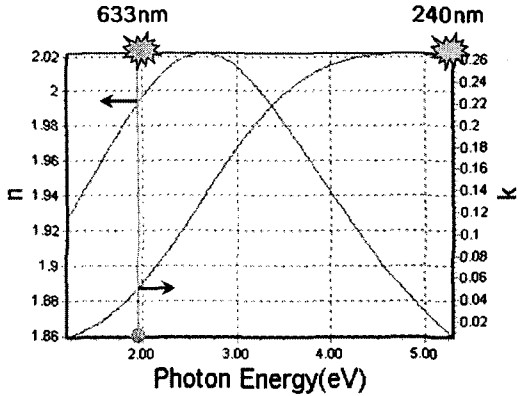


그림 2. Ellipsometer data of amorphous carbon layer as a function of photon energy.

그림 3은 각 실험조건에서 증착된 막의 refractive index를 측정하여 power/pressure에 따른 변화를 나타내었다. 각각의 파장에서 refractive index는 power/pressure에 따라 증가하였으며 Ar로 증착하였을 때 낮은 값을 가졌다. He으로 낮은 power/pressure 조건에서 증착하였을 때는 각 파장에서의 변화가 일정하였지만 높은 조건에서 증착된 막의 refractive index는 1.8659와 1.9933으로 차이를 보였다. Ar으로 증착된 막은 240 nm에서는 실험조건 power/pressure가 증가하여도 거의 일정하였지만 633 nm에서는 증가하는 경향을 나타내었다.

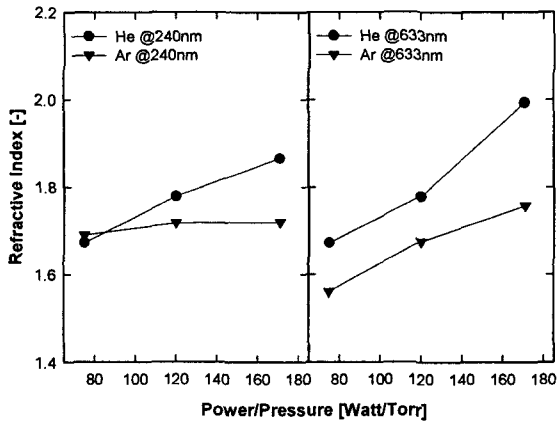


그림 3. Refractive index of a-C:H films as a function of the R.F. power/pressure (W/Torr).

그림 4는 각 실험조건에서 증착된 막의 extinction coefficient를 측정하여 power/pressure에 따른 변화를 나타내었다. 각각의 파장에서 extinction coefficient는 power/pressure에 따라 증가하였으며 Ar로 증착하였을 때 낮은 값을 가졌다. 또한 633 nm에서는 기존 알려진 물질들의 extinction coefficient보다 굉장히 낮은 값을 가

졌으며, Ar으로 증착된 막은 거의 0에 가까운 값을 나타내었다

십자형 구조의 원료 물질인 3,3-dimethyl-1-butene은 이온화 또는 분해되어도 기본적으로 중심 탄소를 기준으로 여러 개의 methyl기를 가지고 있다. 이러한 구조는 DLC 구조를 가지기 위한 기본적인 site를 제공하기 때문에 낮은 증착조건에서도 DLC구조를 갖는 것으로 판단된다.

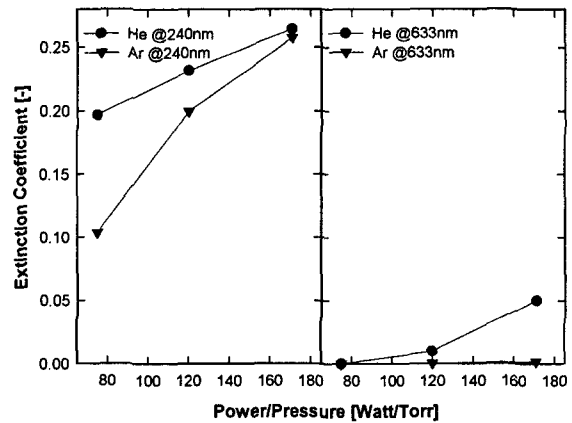


그림 4. Extinction coefficient of a-C:H films as a function of the R.F. power/pressure (W/Torr).

4. 결론

3,3-Dimethyl-1-butene (C_6H_{12}) monomer를 이용하여 RF power와 압력에 따라 증착된 막의 refractive index와 extinction coefficient를 알아보았다. 증착된 막의 n & k는 power/pressure가 증가할수록 증가하였으며, Ar으로 증착된 막이 더 낮은 값을 갖는 것으로 나타났다.

또한 증착된 막의 extinction coefficient는 파장 633 nm에서는 최대 0.05로 상당히 낮은 값을 가졌으며, Ar으로 증착된 막은 거의 0에 가까운 값을 나타내었다.

참고 문헌

- [1] H. Biederman, "Plasma Polymer Films", Imperial College Press, 2004.
- [2] H. Yasuda. "Plasma Polymerization", Academic Press, Inc., 1985.