

# 비대칭 마그네트론 스퍼터링으로 합성된 비정질 탄소박막의 물리적, 구조적 특성에서 타겟 파워 밀도의 영향

이재희\*, 박용섭, 박재욱, 홍병유

성균관대학교 정보통신공학부\*, 성균관대학교 신소재공학부

## The effect of target power density on physical and structural properties of amorphous carbon films prepared by CFUBM sputtering

Jae Hee Lee, Yong Seob Park, Jae Wook Park, Byungyou Hong

Sungkyunkwan Univ.

**Abstract** : Amorphous carbon (a-C) is an interesting materials and its characteristics can be varied by tuning its  $sp^3$  fractions. The  $sp^3$  fraction in a-C films depends on the kinetic energy of the deposited carbon ions. In this work, a-C films were synthesized on Si(100) and glass substrates at room temperature by closed-field unbalanced magnetron (CFUBM) sputtering with the increase of graphite target power density. The structural and physical properties of films were investigated by using Raman spectroscopy, X-ray photoelectron spectrometer (XPS), nano-indentation, atomic force microscope (AFM) and contact-angle measurement. We obtained the good tribological properties, such as high hardness up to 26 GPa, friction coefficient lower than 0.1 and the smooth surface (rms roughness : 0.12 nm). The increase of the physical properties with the increase of target power density are related to the increase of nano-clusters in the carbon network. Also, these results might be due to the increase of the subplantation and resputtering by the increase of ions density in the plasma.

**Key Words** : CFUBM sputtering, a-C, target power density, hardness, rms roughness.

### 1. 서론

다이아몬드상 탄소(DLC) 박막은 높은 경도, 낮은 마찰 계수, 부드러운 표면, 높은 내마모성, 열적 안정성 등의 우수한 물리적인 특성과 적외선 영역에서의 높은 투과율을 바탕으로 기계적, 광학적 보호코팅 재료로써 사용되고 있다. 또한 최근에는 DLC 박막의 낮은 전자 친화도를 이용하여 냉음극(cold cathode) 장치 및 전계 방출 표시기(field emission display, FED) 구동용 전자방출 재료로써 응용하기 위한 연구들이 진행되고 있다. 또한 DLC 박막 및 도핑된 DLC 박막의 반도체적 물성을 이용하여 반도체 소자 및 부품등에 새로운 전자재료로써 그 응용의 범위가 확대되고 있다. 특히, 최근에는 다이아몬드상 탄소박막의 우수한 물리적 특성을 바탕으로한 인공관절이나 인공심장의 판막등의 의공학 관련 소재로도 그 응용성이 확대되고 있으며, MEMS (Micro-Electro Mechanical System)와 MMAs (Moving Mechanical Assemblies)등의 소자의 고체 윤활코팅에도 적극 활용되고 있다.

본 연구에서는 높은 증착율과 대면적 증착이 가능하며, 수소의 함량을 배제할수 있으며, 200 °C 이하의 저온 공정이 가능하고 기판 재료에 제한이 없는 장점들을 지닌 비대칭 마그네트론(Closed-field unbalanced magnetron) 스퍼터링법을 이용하여 비정질 탄소 박막들을 합성하였다.

### 2. 실험

모재는 Si (100) 웨이퍼를 사용하였으며 표면의 유기물을 제거하기 위하여 기판을 아세톤, 메탄올, DI water에서 초음파 세척기를 사용하여 세정한후 기판에 있는 자연 산화막을 제거하기 위해 HF 용액 처리를 한 후 기판을 건

조시켜 스퍼터링 시스템 내부에 장착하였다. 스퍼터링 장비의 초기 진공은 diffusion 펌프를 사용하여  $2 \times 10^{-5}$  Torr 이하로 만든 다음 공정 압력은 Ar 가스를 반응실 내로 주입시켜 조절하였으며, 3 mTorr로 설정하였다. 또한, 타겟으로는 지름이 100 mm이며, 순도가 99.999 % 인 그래파이트(graphite)를 사용하였다. 기판과 타겟 사이의 거리는 60 mm로 고정하였으며, 타겟의 표면에 존재할 수 있는 불순물을 제거하기 위해 박막을 증착하기 전에 약 1분정도 -600 V의 음의 고전압에서 pre-sputtering 을 하였다.

본 실험에서는 DC 바이어스 전압을 0 V를 유지하였으며, 타겟의 파워를 1.2 kW에서 1.8 kW까지 변화시키면서 a-C 박막을 합성하였다. 표 1은 a-C 박막의 증착조건을 나타내었으며, 합성된 a-C 박막의 물리적 특성은 Nano-indentation, BOD (ball-on-disc) measurement, AFM (atomic force microscope), scratch tester 를 사용하였고, Raman spectra, XPS (x-ray photoelectron spectroscopy) 등의 구조적 분석을 통하여, 물리적 특성과의 연관성을 고찰하였다.

표 1. 박막의 증착조건

Table 1. Growth condition of a-C thin film

Deposition Parameters	Conditions
Base Pressure	$2 \times 10^{-5}$ Torr
Ar gas	20 sccm
Working Pressure	3 mTorr
Substrate bias voltage	0 V
Film thickness	200 nm
Target power density	1.2~1.8 kW/cm <sup>2</sup>