

펄스 DC 마그네트론 스퍼터링으로 합성된 카본 박막의 전도성과 물리적 에너지와의 상관관계에 대한 고찰

A Study of physical energy and electrical property of carbon films synthesized by pulse DC magnetron sputtering parameter

Jinxiang Piao*, Long Wen, 진수봉, B.B. Sahu, 한전건
 성균관대학교 신소재공학부, 플라즈마 나노 신소재 연구소 (E-mail: gracepark@skku.edu)

초 록: 탄소는 부식되지 않고 친환경적이며 물리화학적 안정성 및 내마모성 등 많은 장점을 가지고 있어 많은 연구들이 진행되고 있다. 하지만 탄소 박막은 전도도가 낮은 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 탄소 박막의 전도성과 플라즈마 변수와의 상관관계를 규명하고자 하였다. 박막의 특성은 X-ray Diffraction (XRD), Hall measurement, Contact angle, Raman spectroscopy 등의 분석기기를 사용하여 측정하였고 그 결과 DC보다 Pulse DC를 사용할 때 더 좋은 전기적 특성을 나타내었다.

1. 서론

탄소는 지구상에 현존하는 원소 중 가장 많이 존재하는 원소의 하나로 유기물과 무기물의 경계를 결정짓는 역할을 한다. 탄소의 경우 sp^3 , sp^2 , 그리고 sp^1 결합이 모두 가능한 원소로서 그 결합 구조에 따라 전기적 초전도체로부터 절연체에 이르기까지, 그리고 저경도로부터 초고경도에 이르는 매우 다양한 물리화학적 특성을 보여주고 있다. 연구 결과에 의하면 다이아몬드상 탄소 박막의 높은 경도 특성은 sp^3 결합에 기인한다. 반대로 sp^3/sp^2 분율이 작을수록 높은 전도적 특성을 나타낸다. 하지만 일반 비정질 탄소 박막은 낮은 전도도를 가지므로 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 수소가 없는 탄소 박막의 플라즈마 변수와 전기적 특성과의 상관관계를 조사 하였다.

2. 본론

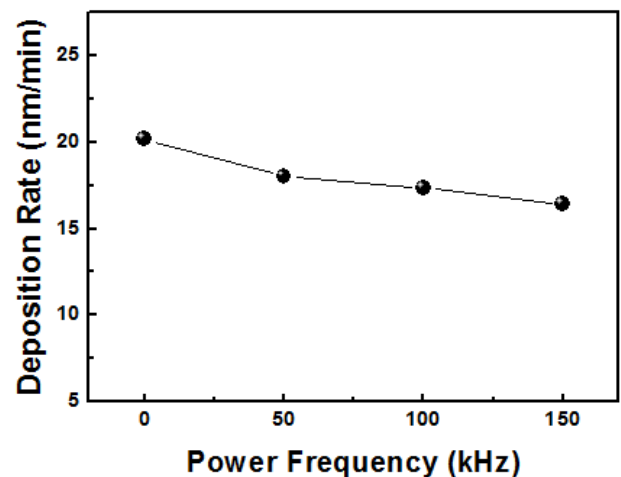
2.1 실험 방법

본 연구에서는 Closed-Field UnBalanced Magnetron Sputtering (CFUBM)을 이용하여 수소가 없는 탄소 박막을 합성 하였다. 4 inch 원형의 카본 타겟을 이용하여, 기판은 유리 기판 및 Si Wafer기판을 사용하였다. 공정 온도는 RT로 고정 하였으며, 아르곤 가스를 이용하여 공정 분압을 3 mTorr을 유지하여 증착하였다. 본 실험의 조건은 표 1에 나타내었으며, 박막 두께는 200 nm로 고정 하였다. 변수로는 인가파워, Pulse 주파수로 하였다.

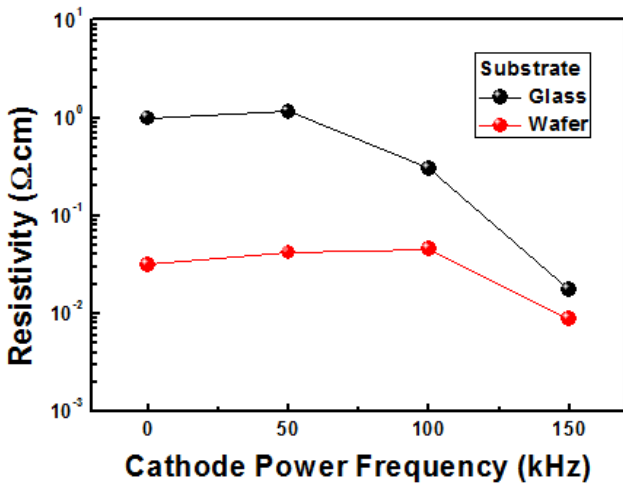
표 1. 공정변수와 실험범위

Deposition Parameters	Condition	Unit
Base pressure	3×10^{-5}	Torr
Work pressure	3×10^{-3}	Torr
Target power density	10 - 30	w/cm ²
Work temperature	R.T	
Pulse frequency	0 - 150	kHz
Substrate	Glass, Wafer	

2.2 실험결과

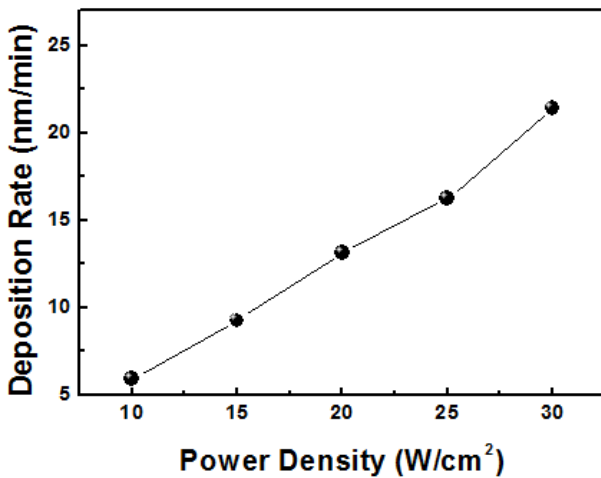


(a)

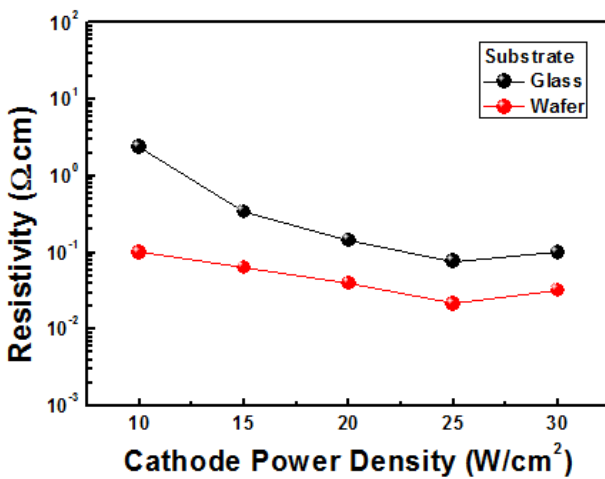


(b)

그림1. Pulse DC 주파수에 의한 (a) 증착율 (b) 비저항



(a)



(b)

그림2. Pulse DC power density에 의한 (a) 증착율 (b) 비저항

그림1에서 DC 마그네트론 스퍼터링보다 Pulse DC로 주파수를 인가할 때 전기적 특성이 좋아지는 것을 확인하였고 주파수를 증가할수록 비저항이 더 낮아지는 것을 알 수 있다. 하지만 150 kHz에서는 플라즈마가 불안정하여 100 kHz를 선택하여 실험을 진행하였다. 그림2로부터 주파수 100 kHz에서 25 W/cm²일 때 비저항이 가장 낮은 것을 확인할 수 있었다.

3. 결론

DC 마그네트론 스퍼터링보다 Pulse DC를 사용하였을 때 박막의 sp³/sp² 비율이 낮아져 전기적 특성이 더 좋아지는 것으로 보인다. 주파수가 100 kHz이고 25 W/cm²일 때 가장 낮은 비저항을 나타내었다. 앞으로 이 최적 조건을 이용하여 다양한 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

- [1] J. Robertson "Electronic structure of diamond-like carbon" *Diamond and Related materials* 6 (1997) 212-218.
- [2] J. Robertson "Diamond-like amorphous carbon" *Materials Science and Engineering R* 37 (2002) 129-281.
- [3] G. Lazar, I. Vascan, I. Lazar, M. Stamate, J. Non-Cryst. Solids, 299-302 (2002) 835-839.
- [4] Hideyuki Kodama, Akira Shirakura, Atsushi Hotta, Tetsuya Suzuki, *Surf. Coat. Technol.*, 201 (2006) 913-917