

마그네트론 스퍼터링으로 합성된 저밀도 탄소 박막의 미세구조 및 물리적 특성에 대한 고찰

A study of microstructure and physical properties of low density carbon films synthesized by magnetron sputtering

김성일*, 심병철, 최윤석, 최인식, 한전건

성균관대학교, 신소재공학부, 플라즈마 나노 신소재 연구소 (E-mail : sish.kim2010@gmail.com),

초 록

수소가 포함 되지 않은 저밀도 구조의 카본 박막을 마그네트론 스퍼터링으로 합성하였다. 본 실험을 통하여 플라즈마 변수에 따른 저밀도 구조의 카본 박막의 미세 구조와 물리적 특성과의 상관관계를 FESEM, AFM, 4-point probe의 분석 기구를 통하여 분석 하였고, 비정질 저밀도 구조의 탄소 박막에 Pt을 ion sputtering을 통하여 도핑 한 결과 1000에서 0.0013 Ωcm 까지 전기 비저항을 낮추는 결과를 얻었다.

1. 서론

DLC를 포함한 탄소 박막은 높은 경도 및 탄성계수, 낮은 마찰계수, 우수한 화학적 안정성, 높은 전기 전도성 및 미려한 표면 조도 등의 우수한 특성으로 인해 자동차 산업, 전자 산업과 연료전지 산업에도 응용범위를 가진다. 이러한 탄소 박막의 응용성으로 인하여 전 세계적으로 많은 연구들이 진행 되어 지고 있다. 일반적 탄소 박막은 박막 내 흑연 특성을 나타내는 SP2 결합과 다이아몬드 특성을 나타내는 SP3 결합이 혼재해 있다. 주로 높은 SP³ 결합을 지니는 비정질 구조를 가진 탄소 박막의 전기 비저항은 10¹⁰~10¹³Ω·cm 의 높은 비저항을 가지며, SP2 결합의 비율이 높은 탄소 박막의 전기적 비저항은 10¹⁰~10¹³Ω·cm 낮은 비저항을 가진다. 탄소 박막의 전기적 비저항은 π 결합 상태에 의존 한다.

본 연구에서는 전기적 특성을 가진 탄소박막을 마그네트론 스퍼터링 방법으로 합성하여 공정 변수에 따른 탄소 박막의 미세구조 변화와 전기적 특성 변화의 상관관계를 규명 하였다.

2. 본론

저밀도 탄소 박막은 마그네트론 스퍼터링 공정 변수를 이용하여 합성을 하였다. 전기적 특성을 조절하기 위하여 이온 스퍼터링을 이용하여 Pt를 도핑 하였다. 저밀도 탄소 박막 합성은 아르곤 가스를 이용하였다. 공정 압력과 스퍼터링 파워밀도를 변수로 이용하여, 실리콘 (100)기판에 합성하였다. 이때 공정온도는 RT로 유지 하였으며, 기판 바이어스는 0 ~ 200V 스퍼터링 파워 밀도는 10 ~ 30W/cm² 이다. 본 실험의 간략한 공정 조건은 표 1에 나타내었다.

Table 1. Process parameters

공정변수	실험범위	단위
Sputtering power density	10~30	W/cm ²
Base pressure	0.01	mTorr
Substrate bias	0 ~ 200	-V

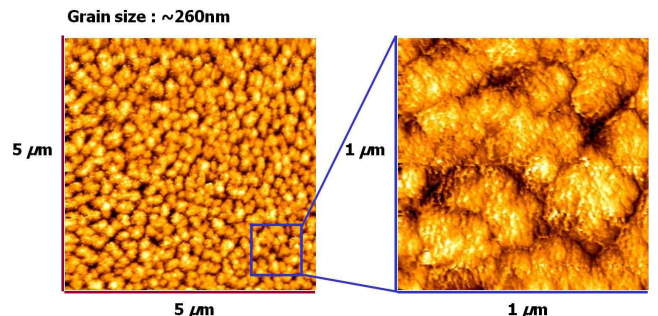


Fig. 1. Low density carbon film surface morphology.

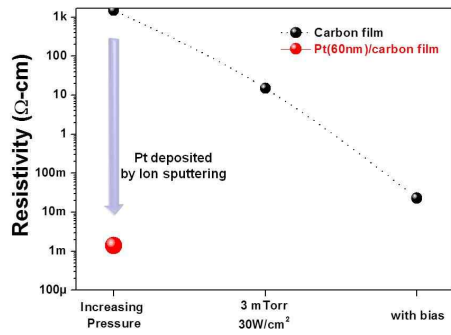


Fig. 2. Various condition carbon film of resistivity.

3. 결론

비정질과 저밀도 탄소 박막을 마그네트론 스퍼터링 방법을 이용하여 합성하였다. 탄소 박막의 미세구조는 파워가 증가와 공정 압력이 낮아질수록 columnar structure에서 granular structure로 변화 하는 것을 FESEM으로 관찰하였다. 탄소 박막의 구조변화 할 때 Raman spectroscopy의 I_D/I_G 비율은 0.7~3.2으로 증가 하였다. 카본 박막의 비저항은 1000에서 0.023 Ωcm 으로 granular structure로 변화 하면서 좋아지는 것으로 관찰되었다. 수소를 포함 하지 않은 저밀도구조의 탄소 박막에 Pt 금속을 Ion sputtering으로 도핑 한 결과 비저항 1000 Ωcm 에서 0.0013 Ωcm 으로 크게 낮아지는 효과를 얻었다.

참고문헌

- [1] J. Robertson, Surf. Coat. Technol., 50 (1992) 185-203.
- [2] J. L. Andújar, F. J. Pino, M. C. Polo, A. Pinyol, C. Corbella, E. Bertran, Diamond Relat. Mater., 11 (2002)
- [3] R. D. Mansano, M. Massi, L. S. Zambom, P. Verdonck, P. M. Nogueira, H. S. Maciel, C. Otani, Thin Solid Films, 373 (2000) 243-246
- [4] G. Lazar, I. Vascan, I. Lazar, M. Stamate, J. Non-Cryst. Solids, 299-302 (2002) 835-839
- [5] S. Zhang, X. Lam Bui, Y. Fu, Surf. Coat. Technol., 167 (2003) 137-142
- [6] J. Schwan, S. Ulrich, V. Batori, H. Ehrhardt, R. P. Silva, J. Appl. Phys., 80 (1996) 440
- [7] M. Tamor and W. Vassel, J. Appl. Phys., 76 (1994) 446
- [8] V. Kulikovskiy, P. Bohac, F. Franc, A. Deineka, V. Vorlicek, L. Jastrabik, Diamond Relat. Mater., 10 (2001) 1076-1081
- [9] F. C. Marques, R. G. Lacerda, M. M. de Lima Jr, J. Vilcarromero, Thin Solid Films, 343-344 (1999) 222-225

[10] R. G. Lacerda, V. Stolojan, D.C. Cox, S. R. P. Silva, F. C. Marques, Diamond Relat. Mater., 11 (2002) 980-984

[11] R. G. Lacerda and F. C. Marques, Appl. Phys. Lett., 73 (1998) 619.