

### 전기화학 Carbon Film 합성

이상현,  
선문대학교 전자공학부

### Fabrication of Carbon Thin Film by Electrochemical Method

Sang Heon Lee  
Department of Electronic Engineering, Sun Moon University

**Abstract** - Electrochemical method of carbon film on silicon substrate in methanol solution was carried out with various current density, solution temperature and electrode spacing between anode and cathode. The carbon films with smooth surface morphology and high electrical resistance were formed when the distance between electrode was relatively wider. The electrical resistance of the carbon films were independent of both current density and solution temperature.

전기화학 액상 증착법은 진공 장치등이 필요하지 않으며, 저cost로 용이한 박막을 증착할 수 있다. 전기화학 액상 증착법 a-C박막증착에는 ITO, Al, Si 기판등을 사용할 수 있는데, 직류 전압뿐만 아니라, pulse전압에 의한 방법도 시도되고 있다.

본 실험에서는 탄소원 으로서 유기용제에 DMF와 아세톤을 활용하여 전류밀도, 인가전압, 용액 온도, 전극간 거리, 성막시간, 성막면적 등을 parameter로 하여 Si 기판위에 DLC 박막의 증착을 시도 하였다.

### 1. 서 론

Diamond like carbon 재료는 1971년 Aisenberg에 의하여 합성법이 최초로 보고 되었다[1].

일반적으로 Diamond like carbon은 diamond에 필적 할 만한 정도의 경도를 가지고 있고 마찰계수가 매우 적은 것으로 알려져 있다. 또한 내마모성이 우수한 관계로 인하여 기계적 분야에서 마모재어, 구동부의 윤활성 코팅재료로서 연구가 진행 되어 왔다.

더욱이 Diamond like carbon은 내 부식성, 내전압특성, 절연특성 및 화학적 안정성등의 우수한 특성을 보유하고 있으며, gas의 투과성이 적어 산소차단 재료로의 응용도 기대되고 있다.

Diamond like carbon 합성 박막은 Negative electron affinity를 나타내며, 저전계방출이 가능한 현상으로부터 Field emission display등 으로 응용이 가능하다. 또한 Diamond like carbon은 반도체의 성질을 나타내며, 전자 device 재료로 주목 받고 있다. 불순물 첨가로 p형, n형의 Diamond like carbon의 합성d 관한 연구도 활발하게 이루어지고 있다.

지금까지 Diamond like carbon은 이온 증착법, CVD법, PLD법, Sputtering등의 합성법에 의하여 증착 되어 왔다. 그러나, 기상 증착법은 높은 기판 온도를 필요로 하며, 실험 set up이 복잡하여 응용에 제약이 따른다.

Nanba는 메탄올을 전기화학적으로 분해하는방법으로 DLC를 포함하고 있는 amorphous 액상으로 부터 DLC 박막을 증착 하였다.

CVD 법에 의한 증착에는 700℃이상의 고온을 필요로 하므로 기판 자유도에 제한을 받는다. 전기화학적 방법으로는 70℃이하의 온도에서 a-C박막을 증착 하므로 기판으로 polymer등을 사용할 수 있는 기판 선택 자유도가 풍부하게 된다.

전기화학 액상 증착법은 에탄올, 메탄올등 유기용제를 전기 분해하는 방법으로 기판위에 a-C 박막을 증착한다.

탄소를 포함하는 유기용제중에 +극으로 흑연, 백금등의 불활성 전극을, -극으로는 증착 하고자하는 기판을 설치 하여 양극간에 수 kV 고전압을 인가하여a-C 박막을 증착한다.

### 2. 실험방법

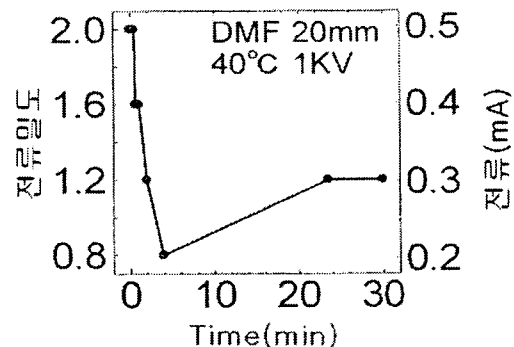
DMF 용액을 활용한 증착 조건으로는 인가전압, 용액온도, 전극간 거리, 성막시간, 성막면적을 변화시켜가며, 실험을 수행하였다. 또한 Si 기판에 정전류를 흘리면서 증착을 시도하였다.

용액온도를 40℃ 로 일정하게 하여 기판면적은 5mm,의 Si 기판을 사용하였고, 인가전압은 1-5kV로 하였다. 증착에는 +극의 graphite와 -극의 Si 기판사이의 거리는 20mm, 증착시간은 30min 으로 설정하였다.

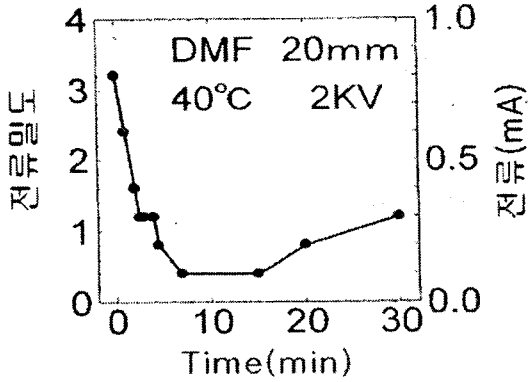
용액온도에 변화를 주어 증착을 실험하였다. 증착에는 기판면적은 5mm,의 Si 기판을 사용하였고, 용액온도를 40-80℃로 하였다. 증착조건으로는 인가전압 -2kV, 전극간 거리20mm, 증착시간을 30min 으로 설정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

DMF 용액을 활용한 증착 전극간 거리는 20mm, 용액온도는 40℃ 로 일정하게 하여 증착시 +의 인가전압을1kV, 5kV 로f Si기판에 인가 하였다. 그림1은 각각의 인가 전압에 증착시간에 대한 전류밀도변화를 측정된 결과이다.



(a)



(b)

그림1 용액온도 40°C, 전극간거리 20mm,  
전류밀도 및 전류의 전압의존성

전류 밀도 및 전류값은 실험 개시 로 부터 4-8분간 급격히 전류가 감소하며, 증착시간에 따라 완만하게 증가하고 있음을 알 수 있다. 전류값은 인가 전압에 따라 다르게 관측되고 있다. 본 실험에서 합성한 DLC박막은 G밴드에 해당하는 신호가 측정되었으며, amorphous 탄소 박막이 형성 되어 있음을 알 수 있었다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 경제성 있는 DLC 합성기술로의 적용 가능성을 조사하였다. 본 연구에서 추진하고자 하는 합성법은 기존의 물리적, 화학적 DLC합성 제조기법의 제반 문제점으로 지적되어 오고 있는 저cost, 장치, 박막 합성방법등의 문제점을 개선한 기능성 박막의 합성이 가능한 방법으로서 효율성은 매우 크다. 또한 높은 기판 선택 자유도로 인하여 기존 여러 산업분야로의 그 응용성은 무한하다. 박막 제작의 설비비가 높지 않을 뿐 만 아니라 복잡한 제조과정을 획기적으로 줄일 수 있어서 전자방출 기능성 소재화가 가능하여 저가의 경쟁력 있는 DLC 합성 소재 제조의 기반기술로서의 적용이 가능하다.

#### 감사의 글

This work was carried out with help of National Research Lab.(NRL) program of Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) and Ministry of Science and Technology, Korean government.

#### [참 고 문 헌]

- [1] J. Carrano, C. Sudhama, J. Lee, A. Tasch, W.H. Shepherd, and N.E. Abt :IEEE Trans. Ultrasonics, Ferroelectric and Freq. Control, 38 (1991) 690
- [2] A. F. Tasch Jr and L. H. Parker : Proceedings ofIEEE, Vol. 77, No. 3 (1989)
- [3] W. P.Noble, K Wakino and K. Minai : IEEE Circuit and Devices Magazine, (1985) 45

- [4] M. Azuma and O Renoult : Proc. 4th ISIF, (1992) 109
- [5] Raza Moazzami, Chenming Hu, and William H. : IEEE. on Electron Devices, Vol. 39 (1992) 2044
- [6] L. Baginsky and E. G. Kostov : Proc. 4th ISIF (1993) 239