

DLC Emitter 전기적 특성

이상현

선문대학교 전자공학과

Electric properties of DLC Emitter

Sang Heon Lee

Department of Electronic Engineering Sunmoon University

Abstract - In this study the fabrication technique of the planner field emission device structure with a DLC layer were studied. The bottom Mo electrode using electrochemical method on the DLC layer deposited using assist sputtering.

1. 서 론

최근 디스플레이가 우리의 일상생활 과 밀접한 관계를 가짐에 따라서 종래의 주류를 이루고 있는 CRT의 단점을 보완하기 위하여 디스플레이에 관한 연구가 이루어지고 있다. 전계효과 전자방출의 음극 재료로는 대부분 Mo나 Si등을 사용하지만, 이들 재료는 높은 전자 친화도 (electron affinity)를 가지고 있기 때문에 전자방출을 일으킬 수 있는 충분한 전기장의 형성을 위해 날카로운 원추형의 tip형태로 사용되고 있다. 그러나, 이러한 음극 tip을 사용하는 경우에는 전계 방출을 위해 높은 전기장이 필요하고, 잔류가스에 의한 back-sputtering이나 화학적 반응에 의해 전자방출 성능이 점차 저하되는 등 음극의 안전성에 많은 문제가 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여 다이아몬드나 다이아몬드성 카본(diamond-like carbon:DLC)을 음극 재료로 사용하려는 연구가 진행되어지고 있다.

2. 본 론

전기분해에 의하여 DLC 고저항의 박막을 형성하면 전류는 성막시간과 함께 단조롭게 감소하고 최종적으로는 전류는 흐르지 않게 된다. 그러나

성막시간에 대한 전류밀도는 급격하게 저하된 후에 시간과 함께 상승하게 된다. 이러한 전류상승은 Si 기판에 고저항의 박막이 형성된 후 전계에 의해서 절연과피가 생기며 박막이 박리하는데 기인한다.

실험은 전극간의 거리 20mm 용액온도 80℃ 인가전압 2kV 성막시간은 3~120min 으로 하였다. 전류는 실험개시 직후에는 감소하나, 20분 이상 성막한 경우에는 최대감쇠 후 시간과 함께 상승하는 경향이 있다. 각 시료에 초기 전류치는 1로 하고, 규격화 하였으며 성막시간 3min에서 전류에 감쇠 도중이며 5min 부근에 전류가 가장 많이 감쇠하였다. 각 성막시간으로 제작한 박막의 표면 상태와 박막의 저항측정을 조사하였다.

성막시간의 증가와 함께 열은 녹색의 박막이 형성되며 30min에서 간섭현상이 관측된다. 60~120min에서는 간섭현상이 보이지 않게 되며 성막부분은 청색을 띄게 된다. 이것은 박막전체가 두텁게 증착됨으로 인해 빛의 간섭의 영향을 받지 않기 때문이다. 박막의 저항 측정 결과로부터 30min이상 성막한 시료에는 10MΩ 이상의 고저항이 측정되며 고저항의 박막이 형성이 되어있음을 알 수 있다. 시료의 산소결합 상태를 조사하

기 위하여 라만분광분석을 수행하여 라만 스펙트럼 결과를 측정하였다. 20min에서는 1580cm⁻¹에서 메인피크를 나타내며 1400cm⁻¹에서 서브피크를 나타내는 브로드한 스펙트럼이 관측된다. 30min에서는 스펙트럼이 박막단에서 뚜렷하게 관측되며 고저항이 관측됨으로 인하여 DLC가 형성되고 있음을 알 수 있다. 박막의 중앙부분에서는 강도는 약하나 유사한 스펙트럼이 관측된다. 그러나, 60min이상에서는 박막의 두께가 두꺼운 고저항의 박막이 형성됨에도 불구하고 박막의 단 과 중앙부분에서 라만 스펙트럼이 관측되지 않는다. 성막시에는 전계가 edge에 집중한다. edge에 많은 전류가 흐르고 있음을 알 수 있다.

전기분해시 대향전극인 양극의 카본 plate는 음극의 Si기판의 성막면적과 비교하여 넓게 되어있다. Si기판의 성막면적을 넓게 함으로 인해 edge에 집중되는 전계집중현상을 완화할 수 있다. 성막면적을 5mm X 5mm 로부터 10mm X 10mm 와 15mm X20 mm로 변화시켜 DS박막을 증착하였다. 제작조건은 용액온도 80℃전극간 거리 20mm 인가전압 2kV 성막시간은 30min,60min,120min 으로 하였다. 성막면적이 큰 박막에서 급격하게 전류가 감소한 후 완만하게 상승하는 결과를 나타내었다. 이 결과로부터 성막시에는 전류가 급격히 감소한 후 증가하는 현상은 edge의 절연 파괴와 에칭의 결과에 기인한다. edge에 전류가 집중하게 되면 전류는 edge의 길이에 의존하게 된다. 형성한 박막의 표면상태와 박막의 저항을 측정하였다. 면적이 작은 경우(5mm X 5mm)에는 성막시간 30min에서 간섭현상이 관측 될 정도의 박막이 확인된다. 60min,120min과 같이 성막시간에서는 간섭현상이 나타나지 않은 회색을 띄는 박막이 관측되었다. 박막의 저항에 대해서는 30min,60min,120min에 전체의 성막시간에 대해서는 박막의 단 중앙부분에서는 고저항(10MΩ이상)의 박막이 측정되었다. 한편, 면적이 큰 15mm X 20mm 에서는 120min 성막 하여도 막의 두께가 얇은 것을 나타내는 열은 녹색의 박막이 관측되며 저항측정에 있어서도 30min,60min 에서도 고저항의 박막이 관측되지 않는다.

각 면적 성막시간에 있어서는 박막의 단 부분의 SEM을 관측하였다. 전부의 단에서는 박막이 존재하지 않으나 중앙부분의 SEM 측정결과 박막면적이 더 작은 5mm X 5mm 에서는 성막시간 30min에서는 박막이 형성되나 면적이 큰 15mm X 20mm 에서는 120min 성막하여도 박막이 형성되지 않으며 입자만이 관측된다 이것은 면적을 넓게 함으로 인해서 연내의 전류밀도가 저하되고 증착속도가 느려졌기 때문이다. 따라서 박막의 제작에는 전류밀도가 가장 중요한 역할을 수행하고 있다.

성막 시간 120min에서 시료에서는 박막에 두께가 있다. 라만 분광 분석의 스펙트럼으로부터 DLC특유의 파형을 얻을수 없었으나 형성된 박막의 탄소 결합의 sp², sp³ 하기 위하여 열처리를 수행 하였다. 각각의

질소 분위기 중에서 300℃, 500℃ 열처리한 시료에서 얻어진 라만 스펙트럼은 박막의 단 중앙 부분에서 열처리를 하지 않은 시료로부터 얻어진 라만스펙트럼과 같은 형상을 나타냈다. 그러나 500℃ 이상의 열처리한 시료에서는 박막이 단 중앙 부분에서 열처리를 하지 않은 시료를 얻어진 파형과 비교하여 강도가 매우 크고 열처리에 의해서 수소가 이탈한 것으로 나타났다.

3. 결 론

DMF 용액을 이용하여 인가전압 2kV 전극간 거리 20mm로 하여 용액 온도를 변화 하여 증착한 결과 40℃에서는 박막이 형성되지 않았으나 용액온도가 증가함에 따라 박막이 형성되어 가며 80℃ 부근에서 박막의 중앙부분의 간섭 현상이 나타나며 고저항의 박막이 형성되고 있음을 알 수 있다. 성막조건을 인가전압 2kV 용액온도 80℃ 전극간 거리 20mm로 하여 성막시간을 3~120min 변화 시켜 가며 증착하였다. 그 결과 성막 시간 30min에서는 박막의 단에서 0.2 μm 박막의 중앙 부근에서는 0.1 μm에 대해서 성막 시간 120min 에서는 2.0μm 박막의 중앙 부근에서는 1.0μm 이며 성막 시간이 증가함에 따라 박막의 두께가 증가하고 있음을 알 수 있다.

[감사의 글]

The Neutron Beam Application Lab carried out this works which was supported by the Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) through the National Research Laboratory funded by the of Science.(Grant number M1060000024806J000024810).

[참 고 문 헌]

- [1] E..G..Spencer, P.H Schmit, D. C. Roy and F. J. Sansalone: Appl. Phys. Lett.,29(1973)118.
- [2] J.Mirtich: Thin Solid Films, 131(1985)245.
- [3] Y. namba: J.Vac. Sci. Technol.,A10(1992)3368.
- [4]D.Guo, K, Cai, Li, Y. Huang, Z. Gui and H. Zhu:Carbon,39(2001)1395