

열적 산화(thermal oxidation) 방법으로 제작한 WO₃ 박막의 안정성 연구.

조형호, 임원택, 안일신, 이창효
한양대학교 물리학과 (133-791, 서울시 성동구 행당동 17번지)

WO₃ 물질은 적절한 전압을 인가하여주면 전해질 속에서 양이온과 결합하여 전기적 착색현상(EC: Electrochromism)을 나타내는 물질로 알려져 있다.

지금까지 EC 디바이스의 특성을 개선시키려는 노력으로 많은 연구가 있어왔는데, EC 디바이스의 특성은 WO₃ 박막의 제작 조건뿐만 아니라 사용되는 전해질에 따라 디바이스의 수명과 반응속도에 큰 영향을 받는다.^(1,3) 전해질로써 황산 용액을 사용할 경우 반응 속도는 빠르지만 황산과 WO₃ 물질의 반응으로 반복 작동 시 WO₃ 막이 손상되는 문제점이 보고되어 있다.⁽⁴⁾ 이러한 문제점을 해결하기 위해 PC(polyethylene carbonate)가 첨가된 LiClO₄ 용액을 전해질로 사용한 연구가 진행되어 왔지만 반응 속도가 느린 단점은 아직까지도 해결해야 할 문제로 남아있다.⁽⁵⁾

현재까지 WO₃의 EC 특성 연구는 텅스텐이나 산화 텅스텐 타겟으로 증착된 WO₃ 박막을 주된 주제로 하였으나 본 연구에서는 앞에서 언급한 EC 디바이스의 단점을 개선하기 위한 목적으로 텅스텐 금속을 열적으로 산화시켜 만든(thermal oxidation) WO₃ 박막의 특성을 알아보고자 한다.

실험을 위해 다음과 같은 세 종류의 시편들이 제작되었다.

유리 위에 텅스텐 금속을 입힌 시편 A를 제작하였고, 실리콘 웨이퍼 위에 텅스텐 금속을 증착한 시편 B, 그리고 텅스텐 plate를 기계적, 화학적으로 연마한 시편 C가 제작되었다.

텅스텐 금속을 열적으로 산화시키기 위해 모든 시편들은 대기 중에서 일정량의 산소를 주입하면서 적정 시간과 온도 하에서 열처리하였다. 두께와 표면 분석을 위해 SEM(scanning electron microscopy)을 사용하였고 XRD를 사용하여 구조 분석을 병행하였다. Plate 위에 입혀진 산화된 텅스텐 박막의 두께는 시편의 무게 변화를 측정하여 간접적으로 계산하였다.

전해질로써 황산 용액을 사용하였고 각각의 시편들에 대해 주기적인 전압 변화에 따른 전류밀도를 측정하여 디바이스의 가역성과 적정 구동 전압 및 반복 작동에 대한 안정성을 조사했고 function generator로써 디바이스에 일정 전압을 인가하면서 시간에 대한 전류밀도 변화를 관찰하여 디바이스의 안정성 즉, 반복 작동에 대한 가역성을 측정하였다.

본 실험에 사용한 WO₃ 박막은 투명하지 않기 때문에 응용 분야가 넓지는 않지만 현재 상용화 되어 있는 자동차의 후면경에 별도의 공정 없이 WO₃ 박막 자체를 거울로 사용할 수 있고, 특히 텅스텐 plate의 경우에는 충격에 대한 안정성을 갖는다. 또한 바닥 전극을 사용하지 않더라도 텅스텐 금속 자체를 전극과 EC 물질로 사용할 수 있기 때문에 디바이스의 제작 공정이 간편하다는 장점을 가지고 있다.

[참고 문헌]

1. Dickens P. G. and M. S. Whittingham, Quart. Rev. Chem. Soc, 22(1968), 30
2. Goodenough J. B., Ann. Rev. Matter. Sci., 1(1971), 101
3. Zhong Q., J. R. Dhan and K. Colbow, Phys. Rev. B, 46(1992), 2554
4. Faughnan B. W. and R. S. Crandall, in Display Devices, edited by J. I. Pankove, Topics in Applied Physics, 40(1980), 181
5. McGee J. H., W. E. Kramer and H. N. Hersh, SID Symp. Proc. 6(1975), 50