

XRD 분석과 FTIR 분석에 의한 비정질 박막의 특성 연구

오데레사
청주대학교

Characteristic Properties of Organic Thin Film Surface on Si Semiconductor

Teresa Oh
Cheongju Univ.

요약 : SiO₂ 절연 박막위에 회석된 PMMA 유기물을 처리하였다. 유기물 처리량에 따른 SiO₂ 박막의 620~1100 cm⁻¹ 영역의 FTIR 스펙트라를 분석한 결과 0.3~0.7%로 PMMA 처리된 박막에서 친핵성 반응이 일어나는 것을 확인하였으며, 친핵성 반응이 일어나는 박막들에서 누설전류가 적었으며, 절연특성이 우수한 것을 확인하였다.

Key Words : PMMA, C=O bond, C=C bond, Si-O bond.

2. 실험

1. 서론

최근 적은 비용으로 고속의 이동도를 갖는 유연한 디스플레이 실현을 위한 필수 요소인 OTFT(Organic Thin Film Transistor)에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 원래 탄소성분을 포함한 고분자 유기화합물은 절연체로서 많이 사용되었으나 C=C 이중결합에 의한 국부화 현상에 의해 전자의 이동성이 쉽게 일어난다는 특성을 이용하여 전도체로서 사용가능한 많은 연구가 이루어져 왔다.[1-3] 기존의 트랜지스터는 무기물 반응을 기본으로 이루어져 있어서 유기물에 대한 연구는 거의 이루어져 있지 않았으며, 특히 박막에서의 유기화합물에 대한 연구는 나노기술을 요구하고 있다. OTFT의 특성은 절연막의 특성에 따라 결정되며, 절연막의 특성분석은 FTIR 분석방법, XPS 분석방법, Raman 분석방법 등 여러 가지 방법이 있으며, 그 중에 한가지로서 금속/절연막/금속의 캐패시터에서 절연막을 통과하여 흐르는 전류에 관한 내용으로 누설전류의 크기와 방향성을 조사하면 절연막의 특성을 분석할 수 있다.[5-6] 그러나 금속/절연체/반도체에서의 누설전류는 절연막의 두께가 캐패시터에 사용되는 절연막의 두께와 비교하여 얇다는 점과 절연막을 통과하여 온 전자가 하부의 반도체에 의해 영향을 받기 때문에 여러 가지 면에서 누설전류에 대한 기구를 명확히 하는데 어려움이 있다.[4-6] 유기물을 이용한 절연막은 박막내에 탄소의 함량에 따라 유기물 특성, 하이브리드 특성 그리고 무기물 특성을 나타내는 영역이 있는데 그 차이가 아주 작은 영역에서 나타나기 때문에 실험하는 영역을 넓게 선택하게 되면 찾아내기가 힘들다. 본 논문에서는 이러한 실리콘 반도체내에서의 유기화합반응에 대한 연구를 진행하면서 실험에 사용된 여러 가지 유기물의 전기적 특성 및 화학적 분석을 통한 결과를 해석하고 있다.

p-type(100)Si 기판 위에 절연막으로서 SiO₂를 사용하였고, 유기물로 표면을 처리하기 위해서 chloroform (CHCl₃) 용액에 poly-methylmethacrylate (PMMA)를 1% 비율로 회석하였다. 그리고 monochlorobenzene(C₆H₅Cl):회석된 PMMA=X:1 X=1~10)의 비율로 만든 혼합하였다. 샘플번호는 X의 순서대로 하였다. 그리고 PMMA 유기물 처리된 용액에 SiO₂ 절연기판을 각각 1시간동안 놓아두어서 SiO₂ 기판의 표면이 유기물에 의한 반응을 일으키도록 유도하였다. 그리고 진공 중에서 1시간 150 °C로 열처리를 실시하였다. SiO₂ 표면의 특성 변화는 SiO₂ 박막의 절연특성을 변화시키는데, 박막표면에서의 화학적 변화를 관측하기 위해서 FTIR (Fourier transform infrared) 분석기를 이용하였다.

3. 결과 및 검토

그림 1은 BTMSM의 유량이 증가함에 따른 FTIR 스펙트라이다. 23~24 샘플들은 950~1200 cm⁻¹의 영역에서 blue shift가 나타난다. 그러나 26~28 샘플들에서는 결합력이 약해지면서 낮은 주파수쪽으로 이동하는 red shift를 나타내고 있다. 샘플 26에서 샘플24의 FTIR 스펙트라를 비교해보면 화학적 변화(chemical shift)가 급격히 일어나고 있는 것을 확인할 수 있다. 유량변화가 매우 작음에도 불구하고 화학적인 변화가 크게 나타나는 이유는 C-H 결합을 유지하고 있는 전자밀도의 변화에 따른 결과이며, 26번 샘플에서 전자밀도가 갑자기 낮아지고 C-H 결합길이가 길어짐에 따라서 파수는 낮은 곳으로 이동하고 있음을 확인할 수 있다.

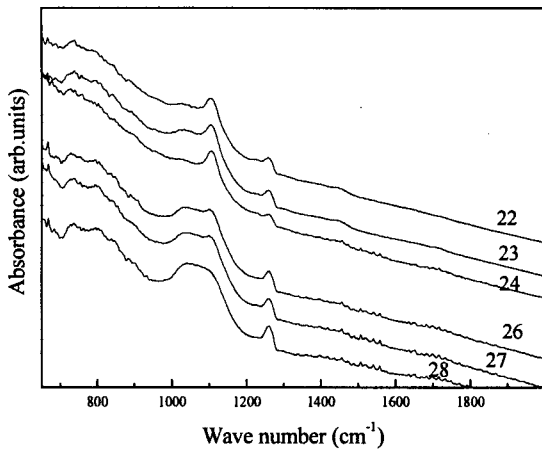


그림 1. BTMSM의 양이 증가함에 따른 FTIR 스펙트라.

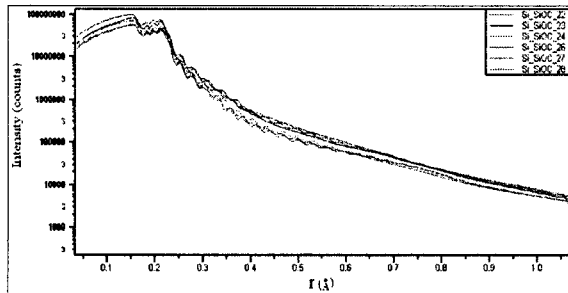


그림 2. XRD로부터 얻은 데이터를 동경분포함수로 변환한 결과.

그림 2는 XRD로부터 얻은 데이터를 동경분포함수로 변환한 결과 그래프이다. 그림 3은 반경 r 에 대하여 0~0.35의 영역에서 분포결과를 보여준다. 빨간색 실선은 Si에 대한 결과이고 파란색 실선은 SiOC 박막에 대한 결과이다. 파란색 실선에 대하여 그림 3(d)의 데이터 결과는 반경 r 이 증가할수록 가장 진동이 없는 고른 분포를 나타내는 것을 알 수 있다. 샘플 26의 파란실선의 진동폭이 매우 완만한 것을 알 수 있으며, 원자들의 결정규칙이 없어지고 있는 것이 확인된다. 그러므로 샘플 26에서 비정질 구조가 가장 잘 이루어졌다고 볼 수 있다.

4. 결론

본 연구에서의 실험을 통하여 실리콘 박막의 유기물처리된 누설전류와 관련하여 절연특성을 바꿀수 있기 때문에 절연특성이 좋게 나타나는 영역을 잘 선정하여 설계하는 것이 중요한 것을 알 수 있었다.

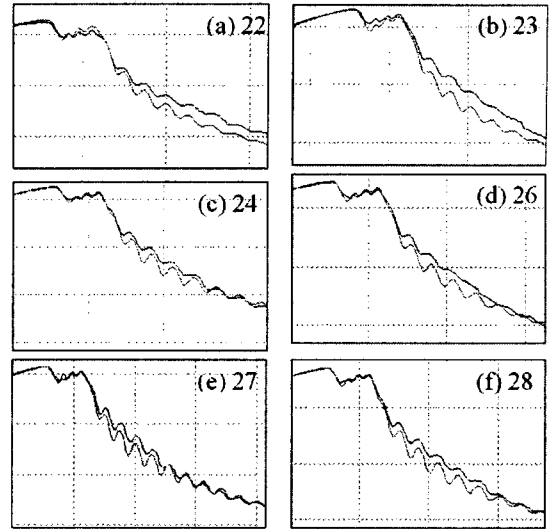


그림 3. 낮은 영역에 대한 동경분포함수에 대한 결과.

감사의 글

본 연구는 청주대학교에서 지원하는 특별연구비에 의한 것입니다.

참고 문헌

- [1] J. Frenkel, "On pre-breakdown phenomena in insulators and electronic semiconductors," *Phys. Rev.* 54, pp. 647-648, 1938.
- [2] T. Oh, "Generation of bonding structure due to organic carbon and organometallic carbon as a function of Gas source," *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol. 44, pp.4103-4107, 2005.
- [3] T. C. Chang, P. T. Liu, Y. S. Mor, S. M. Sze, Y. L. Yang, M. S. Feng, F. M. Pan, B. T. Dai, C. Y. Chang, "The Novel Improvement of Low Dielectric Constant Methylsilsesquioxane by N_2O Plasma Treatment," *J. Electrochem. Soc.*, vol.146, pp.3802-3806, 1999.
- [4] Teresa Oh, "Organic Thin Film Transistors Using Pentacene and SiOC film," *IEEE transactions on Nanotechnology*, 5(2006) 23-29.
- [5] M. J. Kellicutt, I. S. Suzuki, C. R. Burr, M. Suzuki, M. Ohashi and M. S. Whittingham, "Variable-range-hopping conduction and the Pool-Frankel effect in a copper polyaniline vermiculite intercalation compound," *Physical Review B.* vol. 47, No. 20, pp.13664-13673, 1993, May.
- [6] P. W. May, S. Hohn, W. N. Wang and N. A. Fox, "Field emission conduction mechanisms in chemical vapor deposited diamond and diamondlike carbon films," *Appl. Phys. Lett.* vol.27, pp. 2182-2184, 1998.