

유기물처리된 박막의 XPS 를 이용한 탄소함량에 대한 연구

오데레사(책임저자), 김홍배

*청주대학교자 이공대학 전자정보공학부, 반도체설계공학과

유기 반도체로서 트랜지스터에 사용되기 위해서 유기절연막은 SiO₂ 표면을 유기물로 처리하여 SiO₂ 박막 표면의 화학적 특성을 변화시키고 절연특성을 개선 함으로서 단위 소자의 특성을 개선시키고 있다. 그래서 SiO₂ 표면 위에 OTS를 처리하여 누설전류를 측정하였다. OTS처리함량에 따라서 누설전류가 흐르는 경향성은 다르게 나타났으며, 0.2% 처리된 박막에서 누설전류는 가장 적게 나타났다.

1. 서론

차세대 디스플레이로서 전자종이에 대한 관심이 높아지고, 유기 박막 트랜지스터에 대한 관심이 많아지면서 실리콘 반도체 위에서의 유기화합물의 화학적 반응에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다.[1-3] 유기 박막 트랜지스터는 대면적이 가능하고 전력 소비가 적어 효율면에서도 경쟁력이 있는 것으로 알려져 있으며, 특히 유연성 있는 소자의 구현이 가능하다는 장점을 갖고 있다. 하지만 기존의 반도체 소자를 구현하는 트랜지스터 기술은 실리콘 무기물 반응을 기본으로 이루어져 있어서 유기물에 대한 연구는 거의 이루어져 있지 않았으며, 특히 박막에서의 유기화합물에 대한 연구는 물리 화학 전자공학 등을 포괄적으로 포함하는 나노기술을 요구하고 있다.[4-6] 또한 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]

본 논문에서는 이러한 실리콘 반도체내에서의 유기화학반응에 대한 연구를 진행하면서 실험에 사용된 여러 가지 유기물의 전기적 특성 및 화학적 분석을 통한 유기물 박막의 특성변화에 대하여 연구하였다.

2. 실험 방법

p-type(100)Si 기판 위에 SiO₂ 가 올려진 절연막을 사용하였으며, chloroform (CHCl₃)과 hexane 을 각각 300:700 의 비율로 만든 혼합용액에 n-octadecyltrichloro-silane (OTS) 유기물의 함량을 다르게 하여 희석시킨 유기화합물 용액 0.1~0.5 %을 만들어 SiO₂ 절연기판을 각각 30 분간 담구었다. 전압-전류를 측정하기 위해서 금속 전극은 마스크 패턴을 이용하여 열 증착방법으로 증착시켰다. 전극의 면적은 $(0.1/2) \times \pi \text{ cm}^2$ 이며, MIS (Al/ OTS 처리된 SiO₂ /Si) 구조를 이용하여 1Mhz 에서 동작하는 HP 4155A

semiconductor parameter 분석기를 사용하였다. 펜타센(C₂₂H₁₄)은 5 개의 벤젠고리가 일직선 형태로 이루어진 방향족의 탄화수소이며, 알드리치사에서 만든 상용화된 제품을 사용하였으며, 열 증착방법에 의해 이상의 ~ 10⁻⁶ Torr 이상의 고진공상태에서 증착하였다. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) 는 ESCA-LAB250(VG Scientific, UK)을 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

여기에 실험결과 및 고찰을 입력하세요(바탕채 10pt, 양쪽혼합 정렬). 그림 1 은 0.1~0.5%까지 OTS 처리 농도에 따른 누설전류를 측정 한 결과를 보여주고 있다. 그림 1은 양의 바이어스 전압을 걸었을 때 결과이다.

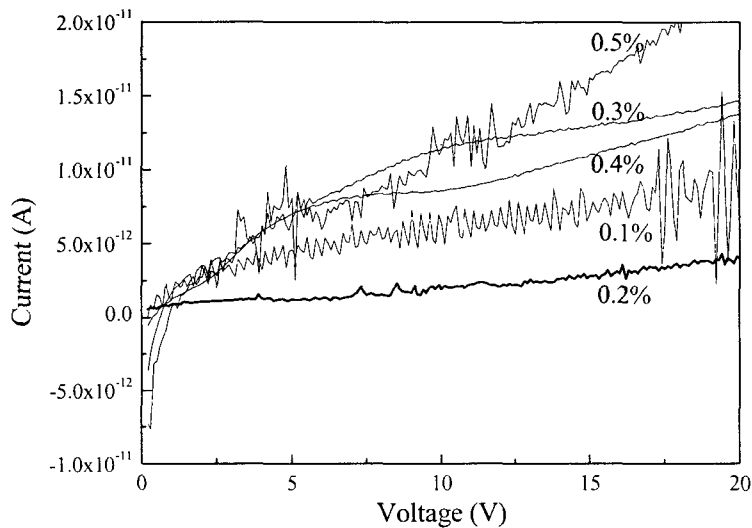


그림 1. OTS 처리량에 따른 누설전류.

0.2% 처리된 박막에서 누설전류가 가장 적게 나타났다. 그림 2는 XPS로 분석한 데이터이다.

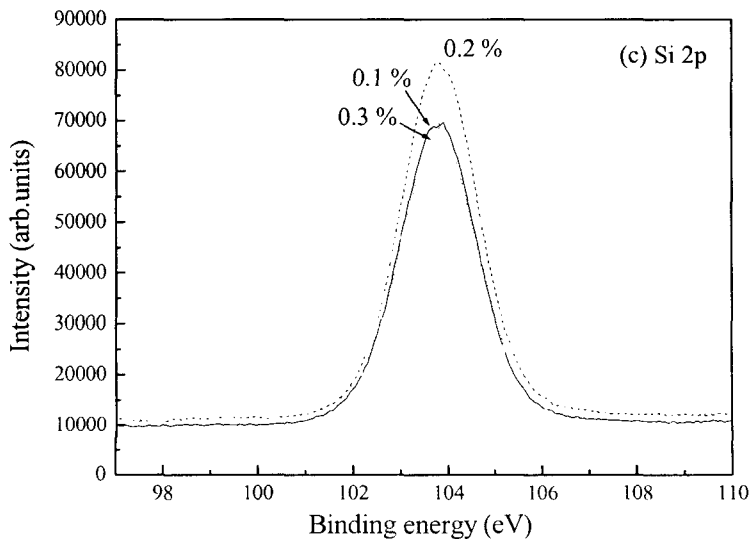


그림 2. OTS 처리량에 따른 Si 2p 스펙트라의 변화.

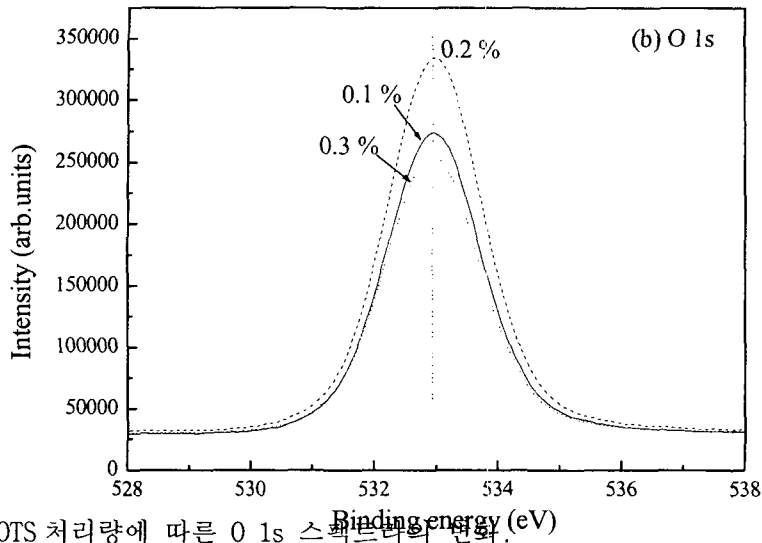


그림 3. OTS 처리량에 따른 O 1s 스펙트라의 변화.

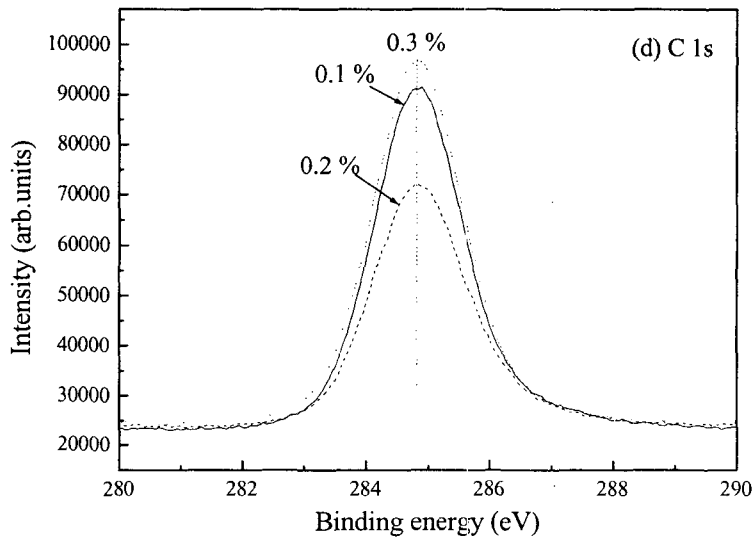


그림 4. OTS 처리량에 따른 C 1s 스펙트라의 변화.

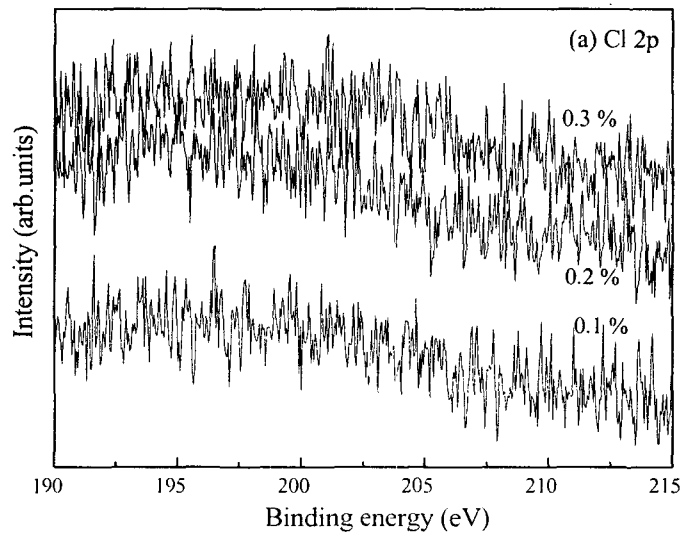


그림 5. OTS 처리량에 따른 Cl 2p 스펙트라의 변화.

Si 2p 와 O 1s 픽은 0.2%의 박막에서 강도가 가장 컸으며, C 1s 픽의 강도는 가장 약하였다. 또한 Cl 2p 의 픽의 강도는 나타나지 않았다. 그러므로 Cl 은 반응결과물에 아무런 영향을 주지않는다는 것을 알 수 있으며, 전기음성도가 큰 산소와 준금속 물질인 실리콘에 의한 유기화학반응이 중요하게 작용하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

4. 결론

OTS 유기물을 처리하는 이유는 OTFT 의 게이트 절연막의 특성을 개선하여 이동도를 높이고자 하는데 목적이 있으며, 게이트 절연막으로서의 유기절연막은 전기적으로 절연특성이 좋은 것을 요구하고 있다. OTS 는 다른 용매제들의 혼합농도에 따라서 산성과 알칼리성의 띠게 되며, 절연특성이 좋은 막은 중간정도의 특성을 갖는 곳에서 얻어지는 것을 알 수 있다. 전기음성도가 큰 Cl 이나 산소 같은 원소가 필요하지만 전기음성도가 너무 큰 Cl 은 반응결과물에 영향을 끼치는 정도가 약하고 전기음성도가 적당한 산소에 의해 수소결합이 늘어지는 효과를 얻을 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

참고문헌

- [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 Methylsilsequioxane by N₂O 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.