

Octadecyltrichlorosilane Self-Assembled Monolayers에 따른 FTIR 분석

김종욱(책임저자), 김홍배*

청주대학교 이공대학 전자공학과

초록

기존 사용되어온 절연막의 SiO₂의 절연특성이 신호의 간섭 등의 문제가 있어서 절연특성을 좋게 하기 위해 낮은 유전상수와 비결정질의 절연막을 요구하고 있다. 본 연구에서는 OTS를 이용하여 액상 상태에서 SAMs를 형성하였으며 FTIR을 이용한 결합구조의 변화를 살펴보았다. OTS 유기물의 함량을 0.1%에서부터 0.9%까지 다르게 혼합하여 희석시킨 유기화합물 용액에 따른 650 cm⁻¹에서 4000 cm⁻¹까지 전구간에 대한 FTIR 스펙트라를 보았다.

1. 서론

정보통신 기술이 다양화 되고 정보화 사회의 요구에 따라 제품이 가벼우며 볼 때에는 크게 확대되고, 사용하지 않을 때에는 저장될 수 있는 다목적 디스플레이 기기가 각광받고 있다. 현재 Flexible Display의 후보로 유기 EL(Electro Luminescence)이나 액정, 전기영동에 의한 디스플레이의 개발이 의욕적으로 진행되고 있다. 그래서 Flexible Display의 구동 Device로서 유기 박막트랜지스터(Organic Thin Film Transistor: OTFT)가 주목을 받고 있다.[1-3] 유기 TFT에 쓰이고 있는 유기 반도체 재료는 실리콘 반도체에 비하여 기계적인 유연성이 풍부하다. 일반적으로 실온에서 100°C 이하의 온도에서 반도체 박막이 제작되기 때문에 Flexible Display기판에 쓰이는 Plastic Film위에 쉽게 형성되는 특징이 있다. 현재 유기 반도체 재료로는 Pentacene, Oligothiophene, Perylene, Phthalocyanine 유도체 등의 저분자 유기 반도체와 Polythiophene, Polythienylenevinylene(PTV) 등 고분자 유기 반도체 재료가 사용되고 있다. 이 같은 재료들은 여러 가지 장점이 있지만 높은 이동도를 나타내는 소재의 설계 및 합성, 고유전율, 저 누설전류, 패터닝이 가능한 유전체 소재, 높은 전도도를 나타내는 유기 전도성 재료 개발 등이 필요하며 소자 측면에서는 유기박막의 성막 조건, 저 누설전류 및 고이동도 소자 구조, 접촉 저항의 감소, 계면제어, 소자의 안정성 및 내구성의 확보 등이 필요하다. 본 연구에서는 OTS를 이용하여 액상상태에서 SAMs를 형성하였으며 FTIR을 이용한 결합구조의 변화를 살펴보았다.[4-6]

2. 실험 방법

본 연구에서 사용한 기판은 직경이 4인치이며 100nm의 SiO₂가 증착된 P-type (100) Si 웨이퍼이다. 기판의 세척은 산화막의 초음파 세척과 아세톤 boiling을 이용한 표1에 의한 방법으로 유기 클리닝을 하였다. 유기물은 chloroform(CHCl₃)과 hexane을 각각 200:800의 비율로 만든 혼합 용액에 octadecyltrichlorosilane (OTS) 유기물의 함량을 0.1%에서부터 0.9%까지 다르게 혼합하여 희석시킨 유기화합물 용액을 만들었다. SiO₂ 기판의 표면이 유기물에 의한 반응을 일으키도록 유도하였다. SiO₂/Si 기판의 dipping 시간은 균일하게 60분으로 하였다. 그리고 이렇게 증착된 SiO₂/Si 기판을 진공 중에서 1시간동안 150도에서 열처리하였다. SiO₂ 표면의 결합구조의 변화에 따른 화학적인 변화를 관측하기 위해 FTIR(Fourier transform infrared) 분석기를 사용하였다.

표 1. 유기 클리닝 방법

단계	세정액	세척 시간
1	D.I Water	5분 동안 초음파 세척
2	아세톤 (Acetone)	5분 동안 끓임 (boiling)
3	D.I Water	5분 동안 초음파 세척

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 OTS 유기물의 함량을 0.1%에서부터 0.9%까지 다르게 혼합하여 희석시킨 유기화합물 용액에 따른 누설전류 측정 결과를 보여주고 있다. 그림 2는 OTS 유기물의 함량을 0.1% 에서부터 0.9% 까지 다르게 혼합하여 희석시킨 유기화합물 용액에 따른 650 cm^{-1} 에서 4000 cm^{-1} 까지 전 구간에 대한 FTIR 스펙트라를 보여주고 있다. 900 cm^{-1} 주위에서는 CCl_3 결합이 보이고, 1100 cm^{-1} 주위에서는 CHCl 결합이 보이고, 1280 cm^{-1} 주위에서는 CH_2Cl 결합을 보여주고 있다. OTS 유기물의 함량에 따른 누설전류의 크기는 상대적으로 0.7%, 0.6%, 0.9%, 0.2% 순서로 적었다. FTIR 스펙트라를 보게 되면 1100 cm^{-1} 주위에서 OTS 함유량이 많을수록 결합세기가 큰 것을 확인 할 수 있다.

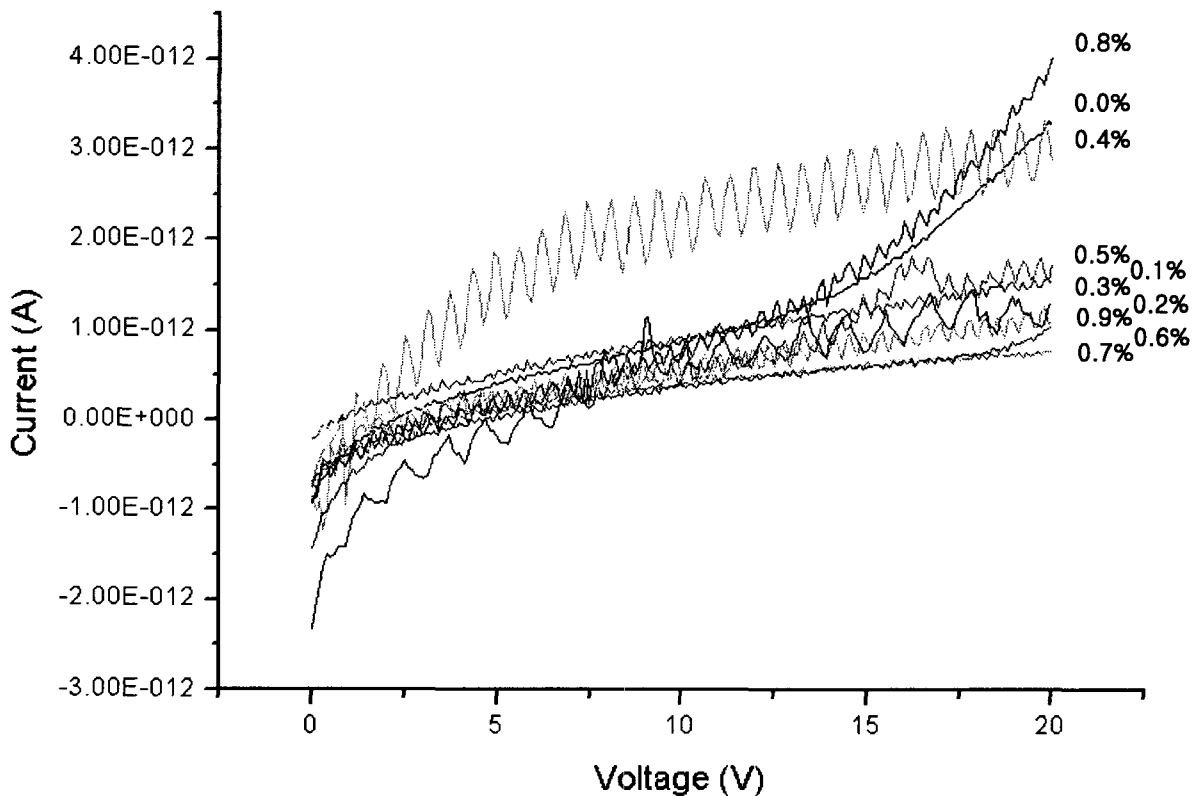


그림 1. 여러 가지 OTS 처리 농도에 따른 샘플에서의 누설전류

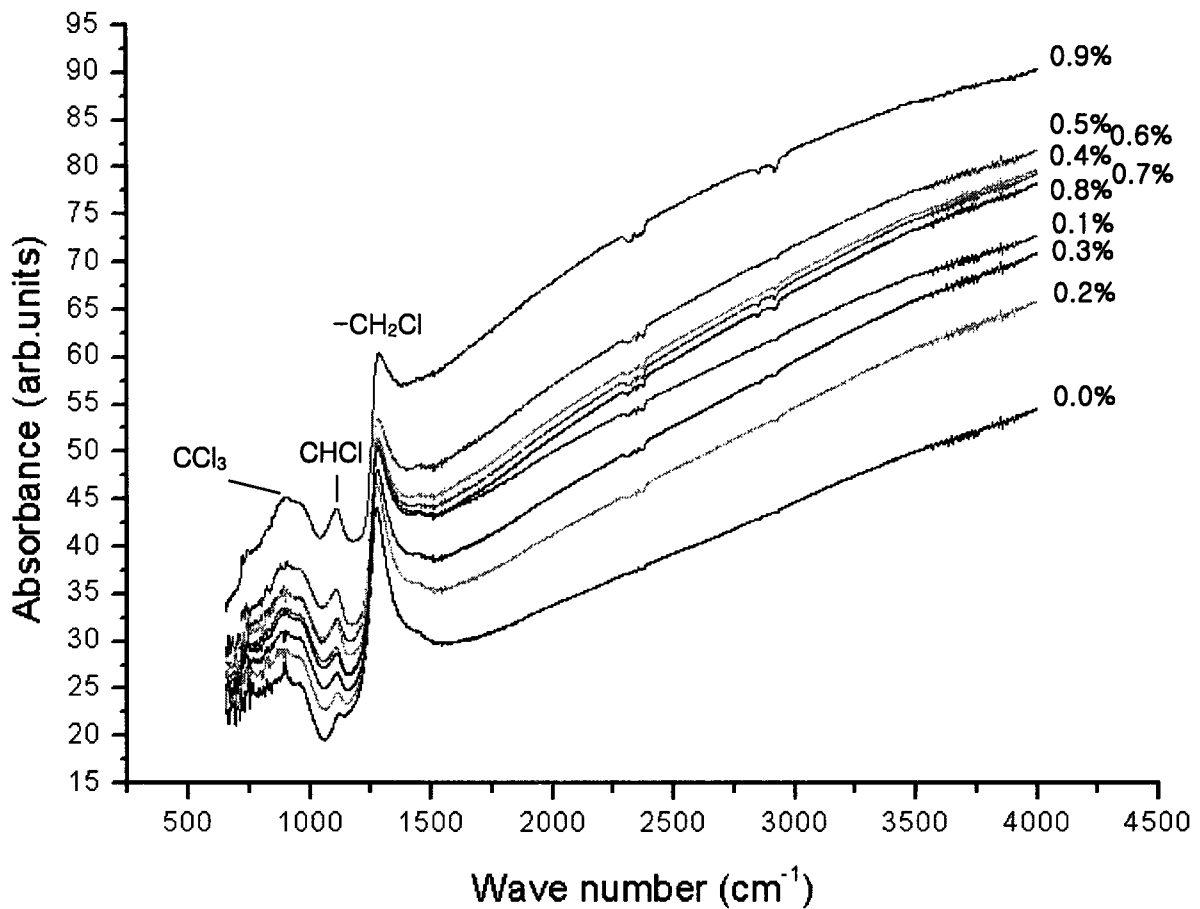


그림 2. FTIR spectra 650 cm⁻¹ to 4000 cm⁻¹ of OTS treated SiO₂ film.

4. 결론

OTS의 구조를 살펴보면 반응기 부분의 H3C와 몸통부분에 18개의 알킬 사슬과 작용기 부분의 Cl (염소)로 구성되어 있다. Cl은 Si 기질과 잘 흡착된다는 장점을 가지고 있으며 소수성의 단분자층을 형성할 수 있는 특징을 가지고 있다. 그림 2를 보면 1100 cm⁻¹ 에서 OTS 함유량이 제일 많은 부분 (0.9%)이 결합 세기가 가장 큰 것을 볼 수 있다. OTS의 분자식은 [CH₃(Cl₂)₁₇SiCl₃] 인데 Cl을 다수 포함하고 있다. 즉 OTS 함유량이 제일 많은 0.9%에서 결합력이 가장 좋다는 것을 확인할 수 있다. 그리고 누설전류도 0.9%에서 상대적으로 작은 것을 확인할 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구 결과임.

참고문헌

- [1] J. Frenkel, "On pre- breakdown phenomena in insulators and electronic semiconductors," Phys. Rev. 54, pp. 647-648, 1938
- [2] Teresa 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] Teresa Oh, " Organic Thin Film Transistors Using Pentacene and SiOC film," IEEE transactions on Nanotechnology, 5(2006)23-29
- [4] 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.

- [5] J. Frenkel, "On pre-breakdown phenomena in insulators and electronic semiconductors," Phys. Rev. 54, pp. 674-648, 1938.
- [6] P.R. Emtage and W. Tantraporn, "Schottky emission through thin insulating films," Physical Review letters, Vol. 8, No. 7, pp. 267-268, 1962.