

## 결합구조의 변화에 따른 유기물 박막의 특성분석

오데레사(책임저자) , 김홍배

청주대학교

### 초록

유기물 박막에서 누설전류의 크기는 트랜지스터의 성능과 관련된 중요한 요소이다. 일반적으로 사용되고 있는 반도체 소자에서의 절연 막으로서  $\text{SiO}_2$  표면을 유기물로 처리하여  $\text{SiO}_2$  박막 표면의 화학적 반응에 대하여 FTIR 분석법을 이용하여 조사하였다.  $1100 \text{ cm}^{-1}$ 에서  $1570 \text{ cm}^{-1}$ 까지의 주피크에 대하여 분석한 결과, OTS처리함량에 따라서 샘플의  $\text{Si-CH}_3$  피크의 함량이 증가하는 것을 알 수 있었으며, 0.7%의 샘플에서 급격한 변화가 일어나고 있다는 것을 확인하였다.

### 1. 서론

정보통신의 발달로 다양화되면서 정보화 사회의 요구에 따라서 평판형 디스플레이의 수요가 증가되고 있다. 평판형 디스플레이는 부피가 작고 가벼우며, 화면크기의 대형화를 통한 고감도의 영상을 제공하며, 고품질의 서비스가 가능할 것이 요구되고 있다. 그리고 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] 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 절연막으로서  $\text{SiO}_2$  를 사용하였으며, chloroform ( $\text{CHCl}_3$ )과 hexane 을 각각 300:700 의 비율로 만든 혼합용액에 n-octadecyltrichloro -silane (OTS) 유기물의 함량을 0.1%에서부터 1.0%까지 다르게 혼합하여 희석시킨 유기화합물 용액을 만들었다. 0.1 ~ 1.0 %의 용액에  $\text{SiO}_2$  절연기판을 각각 1 시간동안 놓아두어서  $\text{SiO}_2$  기판의 표면이 유기물에 의한 반응을 일으키도록 유도하였다. 그리고 진공중에서

1 시간동아 150 도로 열처리를 하였다. SiO<sub>2</sub> 표면의 특성 변화는 SiO<sub>2</sub> 박막의 절연특성을 변화시키는데, 박막표면에서의 화학적 변화를 관측하기 위해서 FTIR (Fourier transform infrared) 분석기를 이용하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 1 은 OTS 처리량에 따른 600 cm<sup>-1</sup> 에서 4000 cm<sup>-1</sup> 까지 전구간에 대한 FTIR 스펙트라를 보여주고 있다.

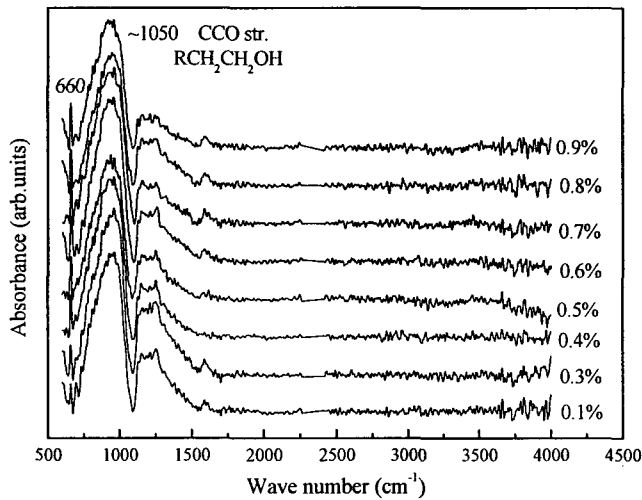


그림 1. OTS 처리량에 따른 600 cm<sup>-1</sup>에서 4000 cm<sup>-1</sup>까지 전구간에 대한 FTIR 스펙트라.

675 cm<sup>-1</sup> 에서 1100 cm<sup>-1</sup> 까지의 넓은 폭은 CCO 스트레칭 모드의 유기물 관련된 픽이다. 유기물과 무기물 사이의 결합에 대한 상관성을 보여주는 픽은 1100 cm<sup>-1</sup> 에서 1560 cm<sup>-1</sup> 까지의 넓은 결합이다.

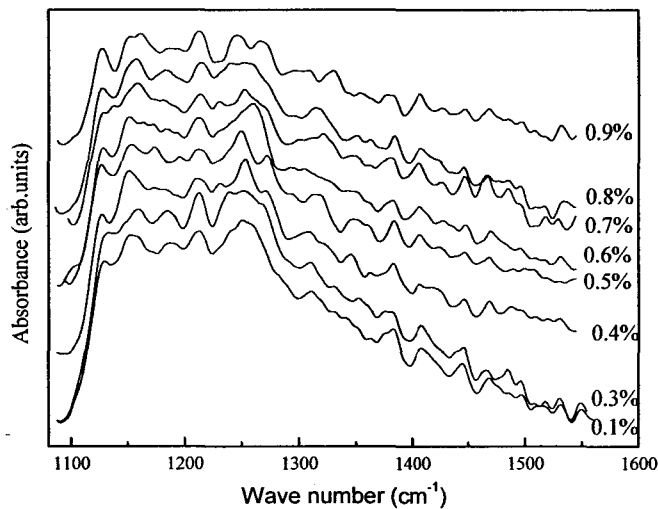


그림 2. 1100 cm<sup>-1</sup>에서 1570 cm<sup>-1</sup>까지 구간의 주픽에 대한 FTIR 스펙트라.

1100  $\text{cm}^{-1}$  에서 1560  $\text{cm}^{-1}$  까지의 결합은 OTS 화합물이 포함하는 실리콘과 관련된 피크이며, 1120  $\text{cm}^{-1}$  에서 CO 결합이 갑자기 증가하기 시작하며 1270  $\text{cm}^{-1}$  에서부터는 서서히 감소하고 있다. 그림 2 는 1100  $\text{cm}^{-1}$  에서 1570  $\text{cm}^{-1}$  까지 구간의 주피크에 대한 FTIR 스펙트라를 보여주고 있다. 그림 3 은 주피크에 대하여 정량분석을 위하여 디컨벌루션을 하였다. 첫번째 결합은 Si-O-C 결합이며, 두번째 결합은 Si-O-Si 결합, 세번째 결합은 Si-CH<sub>3</sub> 결합 그리고 네번째 결합은 C=C 이중결합과 관련된 결합을 나타낸다.

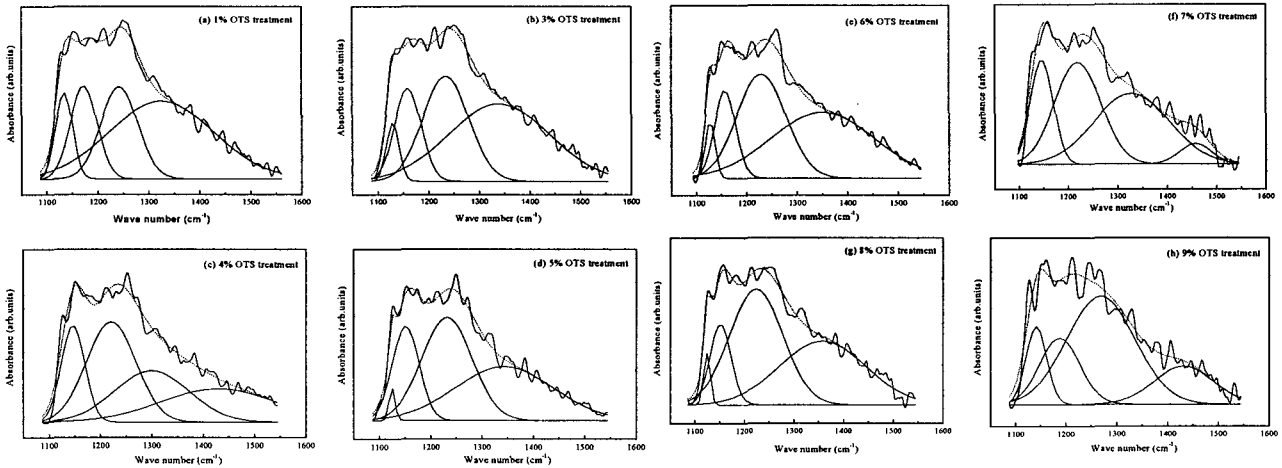


그림 3. OTS 함량에 따른 샘플의 주피크에 대하여 정량분석을 위한 디컨벌루션 데이터 결과.

각 성분에 대한 상대적인 함량 변화에 대하여 그래프로 나타내면 그림 4 와 같다. 샘플 1 의 데이터 결과는 다른 샘플들과 많은 차이를 보여주고 있음을 간접적으로 알 수 있게 한다.

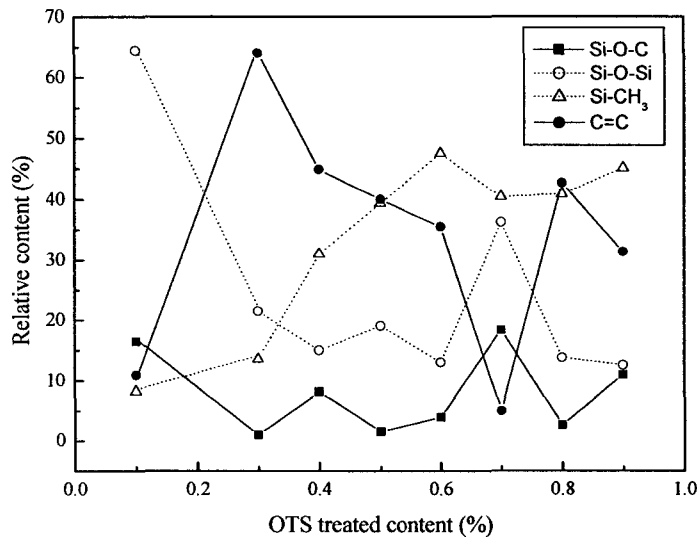


그림 4. 결합구조와 관련된 Si-O-C 결합, Si-O-Si 결합, Si-CH<sub>3</sub> 결합 그리고 C=C 이중결합에 대한 상대적인 함량 변화.

그래서 샘플 1 에 대한 내용은 고려하지 않기로 한다면, OTS 의 처리량이 증가함에 따라서 Si-CH<sub>3</sub> 결합은 상대적으로 계속 증가하는 것을 알 수 있다. 하지만 0.7%의 샘플에서 급격한 변화를 보여주고 있으며, 이곳에서 박막의 결합구조에 영향을 미치는 또 다른 화학적 반응이 일어나고 있다는 것을 간접적으로 확인할 수 있다. 특히 이곳에서 C=C 이중결합에 대한 급격한 변화가 있다는 것을 보여주고 있다. 유기화학반응에서 C=C 이중결합은 친핵성 반응을 일으키는 중요한 요소로 받아들여지고 있으며, 0.7% OTS 처리된 박막에서 친핵성 반응이 많이 일어나고 있음을 알 수 있다. 그림 3(f)에서도 알 수 있듯이 0.7% OTS 처리된 박막의 디킨벌루션된 IR 데이터 결과의 4 가지 종류 픽들의 분포가 고르게 분포되어 있는 것도 막의 성분구성이 고르게 형성되었음을 알게 해준다.

#### 4. 결론

유기화합물 구조의 박막에서 친핵성 반응은 중요한 요소이다. 무기물 특성의 SiO<sub>2</sub> 절연막을 유기물 특성으로 변화시키기 위해 OTS 처리를 하였으며, 0.7% OTS 처리된 SiO<sub>2</sub> 절연막에서 막의 성분이 고르게 분포되어 있는 것을 확인하였다. 친핵성 반응에 의해 결합력이 가장 큰 Si-CH<sub>3</sub> 결합이 약해져서 Si-O-C 결합 혹은 Si-O-Si 결합으로 전이되고 있는 것을 알 수 있다.

#### 후기

본 연구는 산업자원부·한국과학기술평가원 지정 청주대학교 정보통신연구센터의 지원에 의한 것입니다.

#### 참고문헌

- [1] D. J. Gundlach, Y. Y. Lin, T. N. Jackson, S. F. Nelson and D. G. Schlom, "Pentacene Organic Thin-Film Transistors-Molecular Ordering and Mobility," IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, 18, (1997) 87-89.
- [2] Teresa Oh, "Organic Thin Film Transistors Using Pentacene and SiOC film," IEEE transactions on Nanotechnology, 5(2006) 23-29.
- [3] P. R. Emtage and W. Tantraporn, "Schottky emission through thin insulating films," Physical Review letters, Vol. 8, No. 7, pp. 267-268, 1962.
- [4] C. A. Mead, "Electron Transport Mechanism in Thin Insulating Films," Physical Review, vol. 128, pp. 2088-2093, 1962.
- [5] 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.
- [6] 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.