

BTMSM 프리커서를 사용한 절연 박막과 유전상수에 대한 연구

오데레사

청주대학교 반도체설계공학과, 청주 360-764

SiOC 박막은 산소와 bistrimethylsilylmethane 전구체의 유량비를 다르게 하여 플라즈마 발생 화학적 기상 증착방법으로 증착되었다. 증착된 SiOC박막은 Fourier transform infrared spectroscopy에 의해서 분석하였으며, 알킬기에 의한 1000 cm^{-1} 근처에 나타나는 Si-O-C 결합의 형성되는 모양과 유전상수와 상관성에 대하여 살펴보았다. 열처리 유전상수는 더욱 낮아졌고, BTMSM/O₂의 유량비가 증가함에 따라서 유전상수의 선형적인 상관성은 없었다. 구간별로 유전상수는 증가했다가 감소하는 경향성이 반복적으로 나타났으며, 유전상수와 상관은 FTIR 스펙트럼 분석기에 의해서 $950\sim 1200\text{ cm}^{-1}$ 에서 나타나는 Si-O-C 결합모드에서 찾을 수 있었다. Si-O-C 결합모양이 넓게 퍼지는 화학적 이동이 관찰되는 곳에서 유전상수는 낮아졌으며, 이러한 화학적 이동이 일어나는 샘플에서 유전상수가 1.65로 조사되었다.

ABSTRACT

The SiOC film of carbon centered system was prepared using bistrimethylsilylmethane and oxygen mixed precursor by the chemical vapor deposition. The chemical properties of the SiOC film were analyzed by the contact angle and FTIR spectra. The dielectric constant of the deposited films decreased after annealing process, and the correlation between the increasing the BTMSM/O₂ flow rate ratio and the dielectric constant did not exist. However, the trend of increasing or decreasing of the dielectric constant repeated and there is the correlation ship between the dielectric constant and the Si-O-C bond in the range of $950\sim 1200\text{ cm}^{-1}$. The dielectric constant decreased between samples with the chemical shift. The lowest dielectric constant was 1.65 at the sample, which was observed the chemical shift.

주제어 : SiOC 박막, dielectric constant, chemic shift, FTIR, carbon, Si-O-C bond

I. 서 론

반도체 소자의 소형화는 기존의 사용되어온 SiO₂ 절연산화막 사용에 있어 한계가 있음을 드러내 놓고 있다. 소자 크기의 감소는 전송선로 사이 길이 역시 짧게 되는 효과에 의해 선로간 간섭 현상, 노이즈 증가 및 전력 소모의 증가 등 여러 가지 문제점들을 발생시키고 있다.[1-3] 이러한 문제점의 해결은 절연 특성이 더욱 우수한 새로운 물질개발에 있으며, 대표적인 저유전 상수 물질로서 SiOC 박막이 있다.[4-6] SiOC 박막은 박막 내에 탄소의 함량에 따라 유기물 특성, 하이브리드 특성 그리고 무기물 특성을 나타내는 영역이 있다. 각각의 영역에서 나타나는 특성에 따라 결정구조가 차이가 나며 따라서 물리적 화학적인 특성이 달라진다. 이러한 여러 가지 특성의 변화를 구분해 낼 수 있는 방법 중에 하나로 FTIR 분석법이 있다. [7-10]

본 논문에서는 SiOC 박막을 유량비에 따라서 제작

하고 유전상수를 측정하였다. 그리고 유전상수의 변화에 따른 박막의 특성에 대하여 조사하고 FTIR 분석법을 통하여 유전상수와 상관성에 대하여 연구하였다.

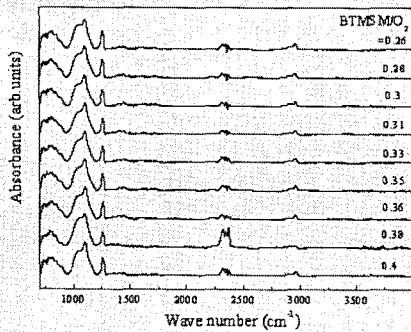
II. 실험 방법

SiOC박막은 p-type(100)Si 기판 위에 플라즈마를 이용한 화학적 기상증착 방법에 의해서 증착되었다. 증착시 RF파워는 13.56Mhz에서 450W이고 bistrimethylsilylmethane (BTMSM)과 산소의 혼합 개스에 의한 플라즈마를 유도하고 이온화된 원자들의 재결합이 이루어지면서 박막을 증착하였다. BTMSM/산소의 유량비는 0.24-1.0까지 변화시키면서 증착하였다. 개스라인은 증착이 이루어지는 동안 35도를 유지하면서, 10초 동안 증착하였다. 프리커서는 어플라이 머티리얼사의 BTMSM을 이용하였으

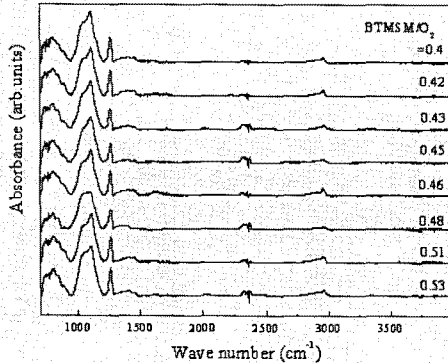
며, 증착장비는 P5000을 사용하였다. SiOC 박막의 표면의 특성 변화는 유량비를 변화시키면서 증착한 박막표면의 화학적 변화를 관측하기 위해서 FTIR (Fourier transform infrared) 분석기를 이용하였고 유전상수는 MIS(metal/SiOC film/ p-type Si)의 구조를 이용하여 측정하였다.

III. 본 론

그림 1은 여러 가지 유량별 SiOC 박막에 따른 600 cm^{-1} 에서 4000 cm^{-1} 까지 전구간에 대한 FTIR 스펙트라를 보여주고 있다.



(a) BTMSM/O₂=0.26~0.4의 유량비에 따른 FTIR 결과



(b) BTMSM/O₂=0.4~0.53의 유량비에 따른 FTIR 결과

그림 1. 유량비에 따라서 증착된 SiOC 박막에 대한 600 cm^{-1} 에서 4000 cm^{-1} 까지 영역에서의 FTIR 스펙트라.

SiOC 박막의 구조결정에 중요한 요소라 할 수 있는 결합모드영역이 $950\sim 1200\text{ cm}^{-1}$ 영역에서 주 피크가 나타나는 것을 확인 하였다. 유량 비를 달리하더라도 결합모드의 큰 변화를 찾아볼 수 없었지만, 화학적 변화에 의한 유전상수가 감소되는 것을 확인할 수 있었다.

IV. 결 론

SiOC 박막은 BTMSM 프리커서를 이용하여 산소와 혼합된 개스소스를 사용하여 CVD (chemical vapor deposition) 방법으로 증착하였고, 열처리공정을 실시하였다. CCP-CVD 방법에 의한 SiOC 박막은 낮은 플라즈마에너지에 의하여 이온화에너지가 낮아서 전자의 해리가 충분히 일어나지 않았으며, 그래서 Si-O-C 결합모드영역인 $950\sim 1200\text{ cm}^{-1}$ 영역에 큰 변화를 찾아볼 수 없었다. 유전상수는 Si-O-C 결합모드가 화학적 이동이 일어나는 샘플에서 가장 낮은 1.65를 나타내었다.

참고문헌

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] Ioannis Kymissis, C. D. Dimitrakopoulos and Sampath Purushothaman, "High-Performance Bottom Electrode Organic Thin-Film Transistors," *IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES*, Vol.48, pp.1060-1064, 2001.
- [5] Giulia Galli and Richard M. Martin, "Structural and electronic properties of amorphous carbon," *Phys. Rev. Lett.* 62(5), pp. 555-558, 1989.