

In-situ diagnosis of tantalum precursors using Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy

Sukhoon Kim, Moonkyun Song, Shi-Woo Rhee†

Laboratory for Advanced Molecular Processing (LAMP), Department of Chemical Engineering,
Pohang University of Science and Technology (POSTECH), Pohang, 790-784, Korea
(srhee@postech.ac.kr†)

Tantalum nitride (TaN) has been studied as a gate electrode for its low resistivity and high reliability. TaN has good thermal stability and excellent equivalent oxide thickness (EOT) scalability with high-k dielectric down to sub-1nm regime, which is promising for sub-50nm CMOS. In any case of the film deposition with atomic layer deposition (ALD), the properties of the used precursors are the key factors for the success of the process.

In this study, in-situ Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy was used to study the gas phase reaction with many kinds of precursors ($t\text{-Bu-N}=\text{Ta}(\text{NEt}_2)_3$, $t\text{-Bu-N}=\text{Ta}(\text{NEtMe})_3$, etc.) The temperature of the gas cell varied from room temperature to 250°C under various ambient gases, Ar, H₂, and NH₃. The infrared peaks of the stretching vibration between 4000 and 650 cm⁻¹ were employed to monitor the degree of dissociation of the gaseous precursors. In the case of Ar atmosphere, the C-H binding of methyl group had higher thermal stability than that of ethyl group. The surface species were monitored during TaN ALD using in-situ FT-IR spectroscopy studies. The vibrational spectroscopy revealed the gain and loss of surface species (such as N-C, C-H etc.) as a function of the surface temperature. It was found that the in-situ FT-IR could explain the ALD mechanism of metal nitride films and the incorporation mechanism of nitrogen and impurity (carbon) into the film.

Keywords: Ta precursor, TBTDET, TBTEMT, TaN, FT-IR

유기 기판용 내장형 커패시터를 위한 다관능 에폭시/SrTiO₃ 복합체에 관한 연구

이상용, 현진걸, 정창규, 백경욱†

한국과학기술원 신소재공학과
(kwpaik@kaist.ac.kr†)

에폭시/세라믹 복합체는 유기 기판과의 상호적합성과 공정성이 우수한 에폭시의 특성과 뛰어난 유전 특성을 갖는 세라믹 재료의 장점을 결합시킬 수 있어 유기 기판용 내장형 커패시터 재료로 많은 연구가 되고 있다. 하지만 에폭시가 갖는 낮은 유전 특성과 온도에 따른 커패시턴스 값의 심각한 변화 때문에 기존 세라믹 커패시터를 대체 하기에는 한계를 가지고 있다.

에폭시/세라믹 복합체의 온도에 따른 유전 특성의 변화는 세라믹 재료와 고분자 재료의 특성과 밀접한 연관성을 가지고 있다. 일반적으로 복합체의 우수한 유전 특성을 위해 BaTiO₃가 많이 사용되고 있는데, BaTiO₃의 경우 유전 특성은 우수하지만 온도에 따른 유전특성의 변화가 심한 것으로 보고 되고 있다. 또한 에폭시 역시 유리전이온도를 전후로 하여 열기계적 물성이나 전기적, 유전적 특성이 급격하게 변하는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 에폭시/세라믹 복합체의 온도에 따른 유전특성의 변화를 개선하기 위하여 BaTiO₃에 비하여 온도에 따른 유전특성이 안정하다고 알려진 SrTiO₃를 사용하여 에폭시/SrTiO₃ 복합체를 형성하고, 온도에 따른 커패시턴스의 변화를 살펴 보았다. SrTiO₃의 첨가가 온도에 따른 커패시턴스의 변화에 미치는 효과를 평가하기 위하여 0, 10, 30, 50 vol%의 SrTiO₃포함된 다양한 조성의 에폭시/SrTiO₃ 복합 필름 커패시터를 형성하고, 온도에 따른 커패시턴스의 변화를 측정하였다. 또한, 에폭시 자체가 갖는 온도에 따른 특성 변화를 개선하기 위하여 다관능 에폭시를 적용하고, 에폭시 자체의 열기계적 물성의 변화와 복합체에 적용하였을 때, 온도에 따른 커패시턴스의 변화를 살펴보았다.

에폭시/SrTiO₃ 복합 필름 커패시터의 경우 에폭시/BaTiO₃ 복합 필름 커패시터에 비하여 온도에 따른 커패시턴스의 변화가 적은 것으로 나타났고, X선 회절실험을 통하여 BaTiO₃가 에폭시와 복합체를 이루고 있는 상태에서도 온도에 따른 상변화를 갖는 것에 비해 SrTiO₃는 상변화를 갖지 않는 것으로 확인되었다. 또한 다관능 에폭시가 적용된 복합체의 경우, 에폭시 자체의 열기계적 물성 향상이 온도에 따른 유전특성의 변화를 감소시키는 것으로 확인되었다.

위 두 가지 결과를 바탕으로 에폭시/BaTiO₃복합체에 비하여 온도에 따른 커패시턴스의 변화가 적은 다관능 에폭시/SrTiO₃ 복합체를 구현하였고, 온도에 따른 커패시턴스의 변화는 -55도부터 125도 범위 내에서 ±10% 이내로 측정되었다.

Keywords: 복합체, 내장형 커패시터