

**다양한 금속배선재료(Al, Cu, Cr/Cu)에 따른
BPDA-PDA 폴리이미드의 유전 특성**
**The Dielectric Properties of BPDA-PDA Polyimide
with Various Metallization Materials (Al, Cu, and Cr/Cu)**

이곤재*, 김철호, 최덕균 (한양대학교 무기재료공학과)

1. 서론

현재 반도체 산업에서 IC chip의 feature size가 $0.25 \mu\text{m}$ 이하로 감소함에 따라 배선층에서의 RC delay가 고속도 소자의 구현에 큰 장애 요소가 되므로 기존의 금속배선구성을 위해 사용되고 있는 절연층과 금속인 SiO_2 와 Al을 대신하여 저유전상수물질과 높은 전도성을 갖는 금속의 사용에 대한 연구가 진행되고 있다. 이는 capacitance가 유전상수에 직접적으로 비례하므로 유전상수가 낮으면 capacitance가 작아지고 이에 따라 RC delay가 작아지며 cross-talk가 작아져 전력의 손실이 작아지기 때문이다.^{1,2} 지금까지의 연구에서 polyimide를 비롯한 유기 고분자물질이 새로운 층간절연막(Interlayer Dielectric, ILD)으로 가장 가능성이 있는 물질로 평가받고 있다. 배선층내에서 금속 전도층으로 현재 사용되는 Al이나 Al합금은 resistivity와 electromigration 등의 문제 때문에 이를 대체할 물질로서 Cu가 각광받고 있다. Cu는 절연층으로 사용되는 저유전상수 물질과의 낮은 접착력과 온도증가에 따른 확산으로 소자의 성능을 저하시키는 문제점을 갖고 있다. 이를 위해서 Cu를 전도층으로 사용하는 배선층 구현에 있어서 Cu의 확산 방지막을 절연층 사이에 형성해 주어야 한다.^{3,5}

본 연구에서는 standard polyimide(PI) 중의 하나인 BPDA-PDA(Biphenyldianhydride-Phenylenediamine) 계열의 polyimide에 대하여 전극물질로써 Al, Cu와 Cr/Cu 사용한 박막콘덴서를 test pattern으로 구성하였고, polyimide의 baking 온도에 따른 Polyimide 유전특성을 평가하였으며, 전극물질에 따른 Polyimide의 계면상태를 고찰하였다.

2. 실험방법

먼저 TGA를 이용하여 polyimide의 기본적인 물성을 평가한 후, Al, Cu, Cr 금속전극을 사용하여 각각 Al/PI/Al, Cu/PI/Cu, 그리고 Cu/PI/Cr/Cu의 single MIM 구조의 박막콘덴서를 사진식각공정을 이용하여 제조하였고, 각각의 시편에 대해 주요공정변수인 baking 온도에 따른 polyimide의 유전상수를 측정하였다. 또한, 각각의 전극물질을 사용하여 제조된 시편에 대하여 AES(Auger Electron Spectroscopy)를 이용하여 polyimide와 금속전극의 계면분석을 하였다.

3. 결과 요약

본 연구에서 사용한 DuPont사의 Pyralin[®] LX PI2610은 약 660℃까지 열적으로 안정하였다. 전극물질로 상·하부전극을 Al을 이용한 polyimide의 유전상수값은 중성분위기에서 400℃ 1시간으로 baking했을 때 2.95를 가졌다. 한편, 상·하부전극을 Cu를 적용시킨 polyimide의 유전상수값은 위와 같은 baking 조건에서 3.23을 나타내었다. 그러나, Cu의 확산방지막으로써 하부전극에 Cr을 사용했을 때 polyimide의 유전상수 값은 2.93이었다. 이와 같은 결과는 baking 공정 중 polyimide와 Cu의 계면에서의 금속의 확산에 의한 영향임을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1]. S. T. Chen, C. H. Yang, F. Faupel, and P. S. Ho, J. Appl. Phys. 64 (12), 15 December 1988.
- [2]. J. T. WETZEL, Y. T. LII, S. M. FILIPIAK, B. -Y. NGUYEN, E. O. TRAVIS, R. W. FIORDALICE, M. E. WINKLER, C. C. LEE, AND J. PESCHKE, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol.381, 1995 Materials Research Society.
- [3]. A. M. Wilson, D. Laks, and S. M. Davis, in Polymer Materials for Electronic Application ed. by E. D. Feit and C. W. Wilkins, ACS Symposium Series 184 (ACS, Washington D.C., 1982), p.139-150.
- [4]. M. J. Bowden and R. S. Turner, Polymers for High Technology, ACS Symposium Series 346 (ACS, Washington D.C., 1987), Chapter 40.
- [5]. T. G. Tessier, G. M. Adema, and I. Turlik, Proc. IEEE 39th Electronic Components Conference, 1989, p. 127-134.