

층간절연막으로서 저유전박막 폴리이미드와 금속의 전기적 특성
The Electrical Properties of Metal and Low Dielectric Thin Film
using Polyimide as Interlayer Dielectric, ILD

이문근*, 이곤재, 최덕균(한양대학교 무기재료공학과)

1. 서론

미세한 금속선에서 전기신호의 속도는 절연물질의 유전상수의 제곱근에 반비례하며, 전도선의 길이를 줄이기 위하여 허용할 수 있는 근접한 두 배선간의 최소거리를 말해주는 cross-talk 또한 절연물질의 유전상수에 직접적으로 의존하기 때문에 절연물질 유전상수는 새로운 소자의 개발과 함께 계속 줄어들고 있다.⁽¹⁾ 지금까지의 연구에서 polyimide를 비롯한 유기고분자물질이 새로운 층간절연막(Interlayer Dielectric, ILD)으로 가장 가능성이 있는 물질로 평가받고 있으나⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ 금속박막이 patterning된 유전체(Metal-Insulator-Metal) 구조에서도 층간절연막으로서의 충분한 전기적 특성 및 유전특성이 만족되어야 한다.

본 연구에서는 standard polyimide 중의 하나인 BPDA-PDA(Biphenyldianhydride-Phenylenediamine) 계열의 polyimide에 대한 전기적 특성 및 유전특성을 평가하기 위하여 Al을 상·하부전극으로 사용한 박막콘덴서를 test pattern으로 구성하였고, 공정변수에 따른 Polyimide의 전기적 특성 및 계면상태를 고찰하였다. 또한 금속전극과의 접합력을 증가시키기 위해 Ar⁺ plasma로 표면 처리한 polyimide의 전기적 특성 변화를 관찰하였다.

2. 실험방법

먼저 TGA와 FTIR을 이용하여 polyimide의 기본적인 물성을 평가한 후 single MIM 구조의 박막콘덴서를 제조하여 공정변수인 curing temperature와 curing time에 따른 polyimide의 유전상수를 측정하였으며, AES와 AFM을 이용하여 polyimide/metal interface를 분석하였다. RF(Radio Frequency)의 Ar⁺ ion plasma로 curing된 polyimide의 표면을 처리한 후 유전상수의 변화를 측정하고, XPS를 이용하여 공정변수인 plasma power와 plasma time에 따른 polyimide의 물성변화를 관찰하였다.

3. 결과 요약

본 연구에서 사용한 DuPont사의 Pyralin[®] LX PI2610은 약 660℃까지 열적으로 안정하였으며, 중성분위기에서 400℃ 1시간으로 curing한 polyimide가 가장 낮은 유전상수 (2.95)를 가졌다. 그러나 curing 공정 중 polyimide와 금속전극 계면에서의 Al의 확산과 chain morphology의 변화 때문에 열처리온도를 400℃ 이상으로 증가시키거나 400℃에서 열처리시간을 증가시킬수록 유전상수는 증가하였다.

또한 접착력을 증가시키기 위해서 일반적으로 사용하는 RF plasma 표면처리(Ar⁺이온)는 polyimide의 chain structure를 변화시키고 유전상수를 높이는 효과를 가져오며 전기적 특성을 저하시켰다.

참고문헌

- [1]. Wei William Lee and aul S. Ho, "Low-Dielectric-Constant Materials for ULSI Interlayer-Dielectric Applications", Mater. Res. Soc. Bulletin, p19-27, October 1997.
- [2]. Personal communication, John Hummel (IBM), August, 1994.
- [3]. A. Saiki, et al., J. Electrochem. Soc., Vol 124, p1619, 1977.
- [4]. Y. K. Lee, S. P. Murarka, S. P. Jeng, and B. Auman, "Investigations of the low dielectric constant fluorinated polyimide for use as the interlayer dielectric in ULSI", Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 381, Pittsburgh, 1995.