Baking 조건에 따른 Polyimide를 이용한 캐패시터의 유전특성

Dielectric properties of capacitors using BPDA-PDA polyimide with baking conditions

이곤재, 이문근, 김철호, 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. 지금까지의 연구에서 polyimide를 비롯한 유기고분자물질이 새로운 층간절연막(Interlayer Dielectric, ILD)으로 가장 가능성이 있는 물질로 평가받고 있으나 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 유전특성을 평가하기 위하여 Al을 상·하부전극으로 사용한 박막콘덴서를 test pattern으로 구성하였고, baking 조건에 따른 Polyimide 유전특성을 고찰하였다.

2. 실험방법

먼저 TGA를 이용하여 polyimide의 기본적인 물성을 평가한 후 single MIM 구조의 박막콘덴서를 제조하여 주요공정변수인 baking temperature와 baking time에 따른 polyimide의 유전상수를 측정하였다. AES로 polyimide/metal interface를 분석하고, α-step과 SEM으로 polyimide의 두께변화를 관찰하였다.

3. 실험결과

본 연구에서 사용한 DuPont사의 Pyralin® LX PI2610은 약 660℃까지 열적으로 안정하였으며, 주로 150~250℃의 온도범위에서 중량 감소가 크게 이루어졌으므로, 이 온도 범위에서 polyamic acid의 imidization 반응에 따른 H_2O의 방출과 용매인 NMP의 증발이 대부분 일어난다는 것을 알 수 있었고, 400℃ 이상에서는 질량변화가 거의 일어나지 않았다. 250℃부터 500℃까지 baking 온도를 달리하여 유전상수를 측정한 결과, 온도가 증가할수록 유전상수가 점점 낮아졌으며, 400℃ 1시간으로 baking한 polyimide가 가장 낮은 유전상수(2.95)를 가졌다. 그러나 400℃이상의 온도에서는 점점 증가하였으며 baking 온도를 400℃로 동일하게 하고 baking시간을 증가시킨 경우에는 polyimide의 유전상수는 거의 선형적인 증가를 보였다. Baking 조건에 따른 polyimide의 두께변화는 250~500℃까지 parabolic한 변화를 보이며, 400℃에서 baking 시간을 증가하였을 때는 거의 선형적으로 증가하였다. polyimide의 안정적인 열처리조건이 250~600℃ 최소 5시간임을 감안할 때 모든 Baking 조건에 대하여 동일한 유전상수가 측정되지 않은 것은 polyimide내에 존재하는 물분자와 polyamic acid precursor의 용매로 사용하는 NMP가 baking 온도의 증가에 따라 감소하여 점근값을 가지게 되나, ployimide film의 밀도는 반대로 증가하기 때문임을 알 수 있었다.