

커패시터에의 적용을 위해 PET 필름에 스퍼터 증착한 ZrO₂ 박막의 특성

권 능, Chen Fei, 류 한, 박상식

경북대학교 나노소재공학부

최근의 환경 및 에너지에 대한 관심으로 수요가 증가하고 있는 하이브리드 및 전기 자동차나 태양광발전, 풍력 발전용의 인버터기기에는 고에너지밀도 커패시터가 필수적이 되었다. 높은 에너지 밀도를 요구하는 전력전자, 펄스 파워 등의 응용분야에 사용되는 고에너지밀도 커패시터는 PET (Polyethylene terephthalate)와 PP (Polypropylene)와 같은 폴리머 유전체를 사용하는 범용 필름 커패시터가 사용되었으나 사용 요구 조건의 한계에 도달하여, 새로운 유전체를 적용하는 커패시터가 절실히 필요한 상황이다. PET와 PP와 같은 유전체는 유전상수가 2~3의 낮은 값을 가지고 있어 고에너지밀도를 구현하기가 어렵다. 본 연구에서는 새롭게 요구되고 있는 고에너지 밀도 커패시터의 성능을 만족시키기 위하여 20~50 μm 두께의 PET 필름상에 세라믹 유전체인 ZrO₂ 박막을 스퍼터(Sputter) 증착법에 의해 코팅하여 종래의 필름 커패시터와 세라믹 커패시터의 장점을 갖는 커패시터를 제조하기 위한 박막 유전재료의 개발을 목표로 하였다. 수백 nm~수 μm 두께의 ZrO₂ 박막을 스퍼터링 공정조건에 따라 증착한 후 박막의 결정성, 기관과의 부착성, 증착속도, 유전상수, 절연파괴강도, 온도안정성 등을 XRD, SEM, AFM, EDS, XPS, Impedance analyzer 등에 의해 평가하였다. ZrO₂ 유전체막은 상온에서 증착하였음에도 정방정(tetragonal)구조의 결정질로 성장하였고 증착압력이 증가함에 따라 주피크의 세기가 감소하였다. 증착 중 산소가스를 주입하였을 경우에도 결정질막으로 성장하였다. 증착막들은 산소가스의 양이 증가함에 따라 짙은 흰색으로 변하였으며 PET 기관과의 접착력이 약해졌다. 또한 거칠기는 Ar가스만으로 증착한 경우보다 증가하였으며 24~66 nm의 평균 거칠기값을 보였다. PET위에 Ar가스만으로 증착한 ZrO₂의 비유전율은 1kHz에서 116~87의 비유전율을 보여 PET에 비해 매우 우수한 특성을 보였다. ZrO₂ 막들은 300kV/cm의 전계에서 대략 10-8A 이하의 누설전류를 보였다. 증착가스비를 달리하여 제조된 시편에서도 유사한 누설전류값을 나타내었다. 300 kV/cm 전후의 전계까지 측정된 ZrO₂ 막의 P-E (polarization-electric field) 특성을 확인하였는데, 5 mTorr의 압력에서 증착한 막은 253 kV/cm에서 5.5 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 의 분극값을 보였다. P-E커브의 기울기와 분극량에 따라 에너지밀도가 달라지므로 공정조건에 따라 에너지밀도가 변화됨을 예측할 수 있었다. PET위에 스퍼터 증착한 ZrO₂ 유전체막은 5mTorr의 Ar가스분위기에서 제조할 때 가장 안정적인 구조를 보였으며, 고에너지밀도 커패시터에의 적용가능성을 보였다.

Keywords: ZrO₂, Sputter, High energy density capacitor

Stretchable Transistors Fabricated on Polydimethylsiloxane Elastomers

Soon-Won Jung, Jeong Seon Choi, Chan Woo Park, Bock Soon Na,

Sang Chul Lim, Sang Seok Lee, Kyoung Ik Cho, Hye Yong Chu, and Jae Bon Koo

IT Materials and Components Laboratory, ETRI

Polydimethylsiloxane (PDMS) based electronic devices are widely used for various applications in large area electronics, biomedical wearable interfaces and implantable circuitry where flexibility and/or stretchability are required. A few fabrication methods of electronic devices directly on PDMS substrate have been reported. However, it is well known that micro-cracks appear in the metal layer and in the lithography pattern on a PDMS substrate. To solve the above problems, a few studies for fabrication of stiff platform on PDMS substrate have been reported. Thin-film islands of a stiff region are fabricated on an elastomeric substrate, and electronic devices are fabricated on these stiff islands. When the substrate is stretched, the deformation is mainly accommodated by the substrate, and the stiff islands and electronic devices experience relatively small strains. Here, we report a new method to achieve stiff islands structures on an elastomeric substrate at a various thickness, as the platform for stretchable electronic devices. The stiff islands were defined by conventional photolithography on a stress-free elastomeric substrate. This technique can provide a practical strategy for realizing large-area stretchable electronic circuits, for various applications such as stretchable display or wearable electronic systems.

Keywords: Thin-Film Transistor, Polydimethylsiloxane, Elastomer, stretchable