

Si₃N₄ 마스크를 이용한 PZT nanodot 제작과 PFM을 이용한 특성 분석

신형준, 최재혁, 양희준, 박용대, 강치중*, 국양

서울대학교 물리학과 나노기억매체연구단, *명지대학교 물리학과

본 연구에서는 SrTiO₃ 기판 위에 펄스 레이저 증착법으로 강유전체인 Pb(Zr_{0.2}Ti_{0.8})O₃ nanodot을 제작하고 그 특성을 분석하였다. 우선 nanodot 패터닝을 위해서 정렬된 구멍이 있는 Si₃N₄ 새도우 마스크 (shadow mask)를 제작하였다. 마스크를 이용한 패터닝은 고온 증착에 응용할 수 있고, 패턴들을 형성할 때 오염을 피할 수 있는 장점이 있다. 또한 각 패턴의 크기와 모양도 임의로 변경할 수도 있다.

하부 전극으로는 전도성 산화물인 SrRuO₃를 100nm 증착하여 사용하였으며, SrRuO₃와 PZT는 각각 760, 660°C에서 증착하였다. 형성된 dot들은 약 120nm의 지름과 15~20nm 높이의 크기를 가졌으며, 각 dot들의 중심간 거리는 200 nm로 마스크에 형성한 패턴과 정확하게 일치하였다. 각각의 dot들의 분극 반전 특성은 PFM (piezoresponse force microscopy)를 사용하여 분석하였다. 우선 1x1μm² 영역을 -5V의 바이어스로 한 방향으로 폴링한 (poling) 후, 하나의 dot을 +5V를 가하여 반대 방향으로 스위칭하였다. 각각의 dot들은 기존에 보고된 결과들과는 다르게, 중심영역의 분극 반전과 같은 불균일한 영역이 없이 dot 내부 전체적으로 균일하게 분극 반전이 일어났다. 그리고 양의 방향으로 폴링된 dot은 음의 방향으로 폴링된 dot들에 비해 piezoresponse 값이 절대값으로 28.3% 더 크게 측정되었다. 분극된 상태는 약 20분 후까지 초기값의 약 61.3%로 크기가 유지되었고, 30분 후에는 그 값이 노이즈 레벨로 급격히 떨어졌다. 이와 같은 분극값의 급격한 풀림 (relaxation) 현상은 주로 구역 반전 (domain reversal)의 핵생성 단계 (nucleation stage)가 강유전체 nanodot의 분극 유지 특성을 결정하는 것을 의미함을 보여주고 있다.