

비휘발성 메모리 응용을 위한 VF2-TrFE 박막의 제작 및 특성

Fabrications and Properties of VF2-TrFE Films for Nonvolatile Memory Application

정상현, 변정현, 김현준, 김지훈, 김광호

Sang-Hyun Jeong, Jung-Hyun Byun, Hyun-Jun Kim, Ji-Hun Kim and Kwang-Ho Kim

청주대학교 반도체공학과

Dept. of Semiconductor Eng., Cheongju University

Abstract : In this study, Ferroelectric vinylidene fluoride-trifluoroethylene (VF2-TrFE) copolymer films were directly deposited on degenerated Si (n+, 0.002 Ω·cm) using by spin coating method. A 1~5 wt% diluted solution of purified vinylidene fluoride-trifluoroethylene (VF2:TrFE = 70:30) in a dimethylformamide (DMF) solvent were prepared and deposited on silicon wafers at a spin rate of 2000 ~ 4000 rpm for 2 ~ 30 seconds. After annealing in a vacuum ambient at 100 ~ 200 °C for 60 min, upper aluminum electrodes were deposited by vacuum evaporation for electrical measurement. X-ray diffraction results showed that the VF2-TrFE films on Si substrates had β-phase of copolymer structures. The capacitance on highly doped Si wafer showed hysteresis behavior like a butterfly shape and this result indicates clearly that the copolymer films have ferroelectric properties. The typical measured remnant polarization (P_r) and coercive filed (E_c) values were about 5.7 μC/cm² and 710 kV/cm, respectively, in an applied electric field of ± 1.5 MV/cm. The gate leakage current densities measured at room temperature was less than 7×10⁻⁷ A/cm² under a field of 1 MV/cm.

Key Words : VF2-TrFE copolymer, Spin-coating, MFS, Fatigue, Remnant polarization, Coercive filed

1. 서 론

강유전체를 게이트로 하는 비휘발성 강유전 메모리는 Si와 강유전 박막의 계면에서 트랩밀도가 감소하여 Si 위에 양질의 강유전 박막을 얻기가 어렵다.^[1] PVF2는 높은 전기 저항 (~1.5×10¹⁵ Ω·cm), 우수한 잔류분극특성(5~10μC/cm²), 저가격, 낮은 열확산 계수, 얇은 두께, 대면적 소자 제작 등의 용이성과 높은 압전효과, 결정성 및 저유전 상수의 장점을 가지고 있다.^[2] 그러나 PVF2가 강유전 β상 결정구조를 갖기 위해 스트레칭을 시켜야하는^[3] 반면 공중합체인 VF2-TrFE는 물리적인 스트레칭 없이도 강유전 특성을 얻을 수 있다. 본 연구에서는 VF2-TrFE copolymer를 spin-coating법을 이용하여 양질의 VF2-TrFE 박막을 증착하여 MFS 구조를 제작하고 전기적, 구조적 특성을 평가하였다.

2. 결과 및 토의

본 연구에서 VF2-TrFE copolymer는 H₂O : NH₄OH : H₂O₂ (=5:1:1), H₂O : HCl : H₂O₂ (=5:1:1)의 가열용액(75~80 °C)과 2.5 % HF 용액을 이용하여 RCA 세정을 한 Si(n⁺, 0.002 Ω·cm) 웨이퍼를 기판으로 사용하여 스펀코팅법으로 박막을 얻었다. 박막의 결정성 향상을 위해 200 °C 진공분위기에서 RTA로 열처리 하였다. 박막의 전기적 특성은 MFS 커패시터를 제작하고 HP 4284A(Precision LCR Meter)과 HP 4140B(pA Meter)를 이용하여 평가하였으며, 강유전성 특성은 RT-66A standardized ferroelectric test system을 이용하여 평가하였다. VF2-TrFE 박막의 열처리 온도 150 °C에서 가장 양호한 β 상의 결정상태와 C-V 특성곡선에서는 유전 상수 9의 강유전특성이 얻어졌으며 J-V 특성곡선에서 누설전류는 인가 전계 1MV/cm 에서 약 7×10⁻⁷A/cm² 이하의 양호한 값을 얻었다. 측정된 잔류 분극값은 약 1.5 MV/cm의 인가 전계에서 5.7 μC/cm², 항전계 E_c는 710 kV/cm이었다.

참고 문헌

- [1] K.-H. Kim, Metal-Ferroelectric-Semiconductor(MFS) FET's Using LiNbO₃/Si (100) Structures For Nonvolatile Memory Operation IEEE Electron Device Letters, 19, pp. 204-206, 1998.
- [2] G. T. Davis, T. Furukawa, A. J. Lovinger, and M. S. Broadhurst, Macromolecules Vol. 15, p. 323, 1982.
- [3] R. Hasegawa, M. Kobayashi and H. Tadokoro, Molecular Conformation and Packing of Poly(vinylidene fluoride). Stability of Three Crystalline Forms and the Effect of High Pressure, Polym. J., 3, pp. 591-599, 1972.

† 교신저자) 김광호, e-mail: khkim@cju.ac.kr, Tel: 043-229-8465
주소: 청주시 상당구 대성로 586 청주대학교 반도체공학과