

## EEPROM을 이용한 전하센서 EEPROM Charge Sensors

이동규, 양병도, 김영석, 김남수, 이형규

Dong Kyu Lee, Byung Do Yang, Young Suk Kim, Nam Soo Kim, and Hyung Gyo Lee

대학원 반도체공학과, 충북대학교

Department of Semiconductor Engineering, Chungbuk National University

**Abstract :** 외부전하를 감지할 수 있는 EEPROM 구조를 기반으로 한 센서를 제안하였다. 부유게이트로부터 확장된 큰 면적의 접촉부위(CCW)는 외부전하를 고정화하도록 설계되었으며,  $0.13\ \mu\text{m}$  단일-다결정 CMOS 공정에 적합한 적층의 금속-절연체-금속(MIM) 제어게이트구조로 구성되었다. N-채널 EEPROM의 CCW 캐패시터 영역에 양의 전압이 인가되면 제어 게이트의 문턱전압이 음의 방향으로 변화하여 드레인 전류는 증가하는 특성을 보였다. 또한 이미 충전된 외부 캐패시터가 CCW의 부유게이트의 금속영역에 직접 연결되면, 외부 캐패시터로부터 유입된 양의 전하는 n-채널 EEPROM의 드레인 전류를 증가시키지만 반면에 음의 전하는 이를 감소시켰다. 외부 전압과 전하에 의해 PMOS의 특성은 NMOS에 비교하여 반대로 나타남이 확인되었다. EEPROM 인버터의 CCW 영역에 외부전하를 연결하면 인버터의 입-출력 특성이 기준 시료에 비해 외부전하의 극성에 따라 변화하였다. 그러므로, EEPROM 인버터는 외부전하를 감지하여 부유게이트에 고정된 전하의 밀도 크기에 따라 출력을 전압으로 표현할 수 있음을 확인하였다.

**Key Words :** EEPROM, extended floating gate, charge sensor, biosensor

### 1. 서 론

플래시, EEPROM은 제어게이트(CG)와 부유게이트(FG)간의 정전용량( $C_{CG}$ )을 구현하기 위해 CG와 FG사이의  $C_{CG}$ 를 MIM (Metal-Insulator-Metal) 커패시터로 구현하고 부유게이트의 넓이를 크게 확장한 소자는 생체분자 사이의 반응을 감지할 수 있다.

### 2. 결과 및 토의

제어게이트(CG)에 형성된 보호막인 유전체 다층 물질 위에 Cr을 별도 증착한 후 전압을 인가하여 제어게이트에 의한 드레인 전류의 변화를 관찰하였다. 채널영역의 전하에 반대되는 극성의 전압이 FG에 인가되면 CG의 문턱전압은 감소하는 경향을 보여 기대한 바와 같이 동작함을 확인할 수 있었다. 보호막 층을 식각하여 FG의 금속이 노출되도록 한 후, 외부 커패시터에 충전된 전하를 연결하여 FG와 전하 분배가 일어나도록 하여 드레인 전류의 변화를 관찰하였다. CG에 대한 드레인 전류특성은 대전 극성에 따라 NMOS의 드레인 전류-게이트 전압 특성곡선이 양의 방향(음의 단자 연결) 또는 음의 방향(양의 단자 연결)으로 이동하는 것을 관찰하였다. 인버터의 FG에 외부 캐패시터에 의해 양의 전하가 인가되면 인버터의 출력 중간 전압이 +0.1V 정도 증가하며, 음의 전하의 경우에는 -0.1 V만큼 감소하는 것을 알 수 있었다. 이로써 EEPROM 구조를 이용한 인버터 센서는 FG에 전하가 고정화되면 그 크기에 따라 외부출력을 전압으로 표시할 수 있음을 확인하였고 향후 단백질 분자를 고정화하면 생체전하 센서로 사용할 수 있음을 제시하였다.

### 감사의 글

본 연구는 2008학년도 충북대학교 학술연구 지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음

### 참고 문헌

- [1] M. Barbaro, A. Bonfiglio, and L. Raffo, "A charge-modulated FET for detection of biomolecular processes: conception, modeling, and simulation," IEEE Trans. Elect. Dev., 53(1), 158 (2006).
- [2] L. Abbati, P. Placidi, A. Scorzoni, and M. Lanzoni, "A configurable architecture for the detection of DNA sequences based on a E<sup>2</sup>PROM device," 2nd International Workshop on Advances in Sensors and Interface, 2007. IWASI 2007. 1-6P.

† 교신저자) 이형규 e-mail: hglee@cbnu.ac.kr, Tel:043-261-3138  
주소: 충북 청주시 흥덕구 성동로 충북대학교 전자정보대학 전자공학부