

## 2 단계 펄스 주입을 이용한 프로그램 방법에서 백바이어스 효과 Back bias effects in the programming using two-step pulse injection

안호명, 장영걸, 김희동, 서유정, 김태근<sup>†</sup>

Ho-Myoung An, Zhang Yongjie, Hee-Dong Kim, Yu Jeong Seo and Tae Geun Kim<sup>†</sup>

고려대학교 전기전자전파공학과  
Department of Electrical Engineering, Korea University

**Abstract :** In this work, back bias effects in the program of the silicon-oxide-nitride-oxide-silicon (SONOS) cell using two-step pulse sequence, are investigated. Two-step pulse sequence is composed of the forward biases for collecting the electrons at the substrate terminal and back bias for injecting the hot electrons into the nitride layer. With an aid of the back bias for electron injection, we obtain a program time as short as 600 ns and an ultra low-voltage operation with a substrate voltage of -3 V.

**Key Words :** Back bias, two-step pulse, SONOS, hot electron injection

### 1. 서 론

최근, 스마트폰과 같은 휴대 통신기기의 급속한 발전으로 고집적, 고속, 저전압, 고신뢰성을 특성을 갖는 플래시 메모리의 요구가 더욱 높아지고 있는 실정이다. 일반적으로, 플래시 메모리 소자의 프로그램 방법은 channel hot electron (CHE) 주입 방식을 사용한다. 이 CHE 주입 방법은 기존 F-N (Fowler-Nordheim) 터널링 프로그램 방법보다, 프로그램 속도가 빠르지만, 산화막 에너지 장벽을 뛰어 넘을 수 있는 충분한 에너지를 가진 고온 캐리어를 생성하기 위해서는 높은 드레인 및 게이트 전압이 필요하다. 이로 인해 과도한 채널 전류가 드레인 단자로 흘러 전력소비가 커지는 문제점이 있다. 이를 개선하고자, CHE 주입 방법보다 전압을 낮으면서 프로그램 시간이 짧은 두단계 펄스 순서를 갖는 고온 전자 주입 프로그램 방법이 보고되고 있다 [1,2]. 보고된 프로그램 방법은 1단계 펄스에서 기판전압을 이용하여 기판에 전자들을 수집한 후 곧바로 2단계 펄스에서 게이트 전압을 이용하여 전하 저장층에 전자들을 저장한다.

본 논문에서는 SONOS 플래시 메모리 소자에서 2단계 펄스 동작시 전자 주입을 위해 게이트 전압이 아닌 기판 전압을 이용하여, 프로그램 특성의 개선을 보고하고자 한다.

### 2. 결과 및 토의

SONOS 플래시 메모리 소자는 0.35  $\mu\text{m}$ -CMOS (Complementary Metal-Oxide-semiconductor) 공정을 이용하여 3.4 nm 두께의 터널 산화막, 7.3 nm의 질화막, 3.4 nm의 블로킹 산화막을 갖는 트랜지스터로 제작하였다. 제작된 소자에 두단계 펄스 순서를 갖는 프로그램을 적용할 때, 전자 주입단계에서 전압을 기존 게이트 전압과 본 논문에서 제안한 백바이어스를 인가한 결과를 비교하였다. 기존 게이트 전압 주입에 비교하여, 제안된 백바이어스 주입에서 저전압, 고속, 고신뢰성의 특성을 보였다. 따라서, 전자 주입 단계에서의 백바이어스 사용은 두단계 펄스 순서를 갖는 프로그램 방법에 유용하게 적용될 것으로 사료된다.

### 참고 문헌

- [1] T. Hsu et al., *Solid State Electron.*, Vol.51, p.1523,2007.
- [2] S. S. Chung et al., *International Electron Devices Meeting*, Washington D.C., 2007, p. 457.

<sup>†</sup> 교신저자) 김태근, e-mail: tgkim1@korea.ac.kr, Tel: 02-924-5119  
주소: 서울시 성북구 안암동 고려대학교 전자전기공학과