

## Programming/Erasing Characteristics of HfO<sub>2</sub> Charge Trap Flash Memory with SiO<sub>2</sub>/ZrO<sub>2</sub> as Engineered Tunnel Barrier

유희욱<sup>1</sup>, 김관수<sup>1</sup>, 정명호<sup>1</sup>, 박균호<sup>1</sup>, 김민수<sup>1</sup>, 정종완<sup>2</sup>, 조원주<sup>1</sup>

<sup>1</sup>광운대학교 전자재료공학과, <sup>2</sup>세종대학교 나노신소재 공학부

본 논문은 CTF (Charge Trap Flash) 형태의 비휘발성 메모리의 성능을 향상시키기 위하여 비대칭 적층 구조의 터널링 절연막을 이용한 CTF 메모리 capacitor를 제작하여 소자의 Programming/Erasing (P/E) 특성을 살펴 보았다. 또한 전하 축적층과 블로킹 절연막으로 각각 HfO<sub>2</sub>와 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 이용하였다. 적층구조를 가지는 터널링 절연막은 ALD (Atomic Layer Deposition) 방법에 의해 SiO<sub>2</sub>/ZrO<sub>2</sub>의 비대칭 구조로 형성하였다. SiO<sub>2</sub>/ZrO<sub>2</sub> 적층구조의 터널링 절연막은 5.1 nm의 단일 SiO<sub>2</sub>보다 우수한 터널링 특성을 나타내었으며, 첫 번째 SiO<sub>2</sub>의 두께가 감소함에 따라 터널링 특성은 크게 증가하였다. 또한 SiO<sub>2</sub>/ZrO<sub>2</sub> 적층구조의 터널링 절연막을 포함하는 CTF 메모리 capacitor는 우수한 P/E 특성을 가짐을 확인하였다. 특히 10 V, 1 ms의 programming 동작에서 3.5 V의 매우 큰 VFB의 변화를 가지며, 이는 단일 SiO<sub>2</sub>를 가지는 CTF 메모리 capacitor 보다 약 3.1 V 증가된 것을 보인다. 이 같은 메모리 특성의 향상은 비대칭 적층구조의 터널링 절연막을 이용하여 터널링 전류의 감도를 증가시켰기 때문이다. 따라서 저온에서 ALD 방법을 통하여 형성된 SiO<sub>2</sub>/ZrO<sub>2</sub> 구조의 터널링 절연막과 HfO<sub>2</sub>의 전하 축적층으로 이루어진 CTF memory는 차세대 초고속의 메모리 소자를 위한 새로운 적층구조이며 동시에 공정과정을 단순화가 가능하다고 판단된다.

감사의 글

이 논문은 지식경제부 주관 차세대 테라비트급 비휘발성메모리 개발 사업의 지원에 의해 연구되었음.

## Characteristics of 1.3 $\mu\text{m}$ high-power single-mode InGaAsP multiple-quantum well laser diodes with wide aperture

K. C. Kim<sup>1,2</sup>, D.K. Jang<sup>1</sup>, J. I. Lee<sup>1</sup>, T. G. Kim<sup>2</sup>, W. W. Lee<sup>3</sup>, J. H. Kim<sup>3</sup>, E. J. Yang<sup>3</sup>, B. J. Koo<sup>3</sup> and I. K. Han<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute of Science and Technology, <sup>2</sup>Korea University, <sup>3</sup>LS cable Ltd.

The 1.3  $\mu\text{m}$  high-power semiconductor laser diodes (LDs) in the spatially lateral single-mode operation have been attracted due to their promising applications such as pumping sources for erbium-doped fiber amplifier, Raman amplifiers and new generation of the cable television transmission and local communication systems. We proposed and experimentally demonstrated a novel high-power single-mode laser diodes (LDs), which utilize a wide ridge aperture in an InGaAsP/InGaAsP multiple-quantum well (MQW) structure operating at 1.3  $\mu\text{m}$ . By the optimization of separate confinement heterostructure (SCH) and the lateral waveguide structure of LDs, we fabricated a ridge type LD with a 7  $\mu\text{m}$  ridge width, which is over 2 times wider than that of the standard single-mode ridge type LDs. A strained InGaAsP/InGaAsP MQW LD with 1.5-mm long cavity exhibited lateral single-mode operation and a kink-free output power of 210 mW with an external efficiency of 0.45 W/A in continuous wave operation without facet coating. This proposed ridge type LD with wide aperture is expected to be a low-cost light source with high fabrication yield as well as stable single-mode high-power operation.