

# In-situ プロセスによる Hf 系 MONOS 型不揮発性メモリの形成

## Hf-based MONOS nonvolatile memory fabricated by in-situ process

東工大 工学院 <sup>○(D)</sup>工藤 聡也, R.M.D. Mailig, 石松 慎, 大見 俊一郎

Tokyo Institute of Technology, <sup>○(D)</sup>Sohya Kudoh, R.M.D. Mailig, Shin Ishimatsu and Shun-ichiro Ohmi

E-mail: kudoh.s.ab@m.titech.ac.jp, ohmi@ee.e.titech.ac.jp

### 1. はじめに

前回、我々は Si(100)基板を Ar/4% $H_2$  雰囲気中 1050°C で熱処理することにより Si 基板表面の原子レベル平坦化を行い、Hf 系 MONOS 構造のメモリ特性への効果を報告した[1-3]。今回、in-situ で HfN ゲート電極を形成することによる、Hf 系 MONOS 型不揮発性メモリデバイスの電気特性向上について検討したので報告する。

### 2. 実験方法

SiN/SiO<sub>2</sub>/p-Si(100)基板を SPM 洗浄、希フッ酸処理を行った後、チャンネルストップと LOCOS、さらにソース・ドレインの形成を行った。次に、ECR プラズマスパッタにより、HfN<sub>0.5</sub>(M)/HfO<sub>2</sub>(O)/HfN<sub>1.0</sub>(N)/HfO<sub>2</sub>(O)積層構造および HfO<sub>2</sub>(O)/HfN<sub>1.0</sub>(N)/HfO<sub>2</sub>(O)積層構造を in-situ で形成した後、N<sub>2</sub> (1 SLM)雰囲気中で 600°C/1 min の熱処理を行った[2]。次に、Al 電極を形成し、RIE(Al/Cl<sub>2</sub>=50/20 sccm)によりコンタクトホールを形成後、Al 引出電極および裏面電極を形成した。最後に、N<sub>2</sub>/4.9% $H_2$  (1 SLM)雰囲気中で 300°C/10 min の熱処理を行い、Hf 系 MONOS ゲート構造を有するデバイスを作製した(L/W=10/90 μm)。このように作製したデバイスに関して、I<sub>D</sub>-V<sub>G</sub> 特性による評価を行った。

### 3. 実験結果および考察

図 1 に作製した Hf 系 MONOS デバイスの I<sub>D</sub>-V<sub>G</sub> 特性と断面模式図を示す。書き込み/消去電圧はそれぞれ 10 V/-10 V であり、パルス幅は 1 s、V<sub>DS</sub> は 1.5 V である。図 1 より Al 電極を HfO<sub>2</sub> ブロック層 (BL)上に直接形成した場合のメモリウィンドウ(MW)が 3.2 V であるのに対し、HfN<sub>0.5</sub> ゲート電極を in-situ プロセスで BL 上に形成することにより、MW を 4.2 V まで増大させることに成功した。

#### 謝辞

本研究にご協力いただきました本学の宗片比呂夫教授、北本仁孝教授、西沢望特任助教、嶋山直之技官、鈴木元也技官、前田康貴氏、東北大学の故大見忠弘名誉教授、寺本章伸

教授、後藤哲也准教授、黒田理人准教授、諏訪智之助教、ならびに JSW AFTY の嶋田勝氏、広原正巳氏、玉井逸朗氏に感謝いたします。本研究は JSPS 科研費 JP17J10752 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- [1] 工藤 他, 第 64 回秋応物予稿集, 16p-E206-5, p12-418 (2017).  
 [2] S. Kudoh, et al., 75<sup>th</sup> DRC, P.17 (2017).  
 [3] S. Ohmi, et al., IEICE Electron. Exp., 12, 20150969 (2015).

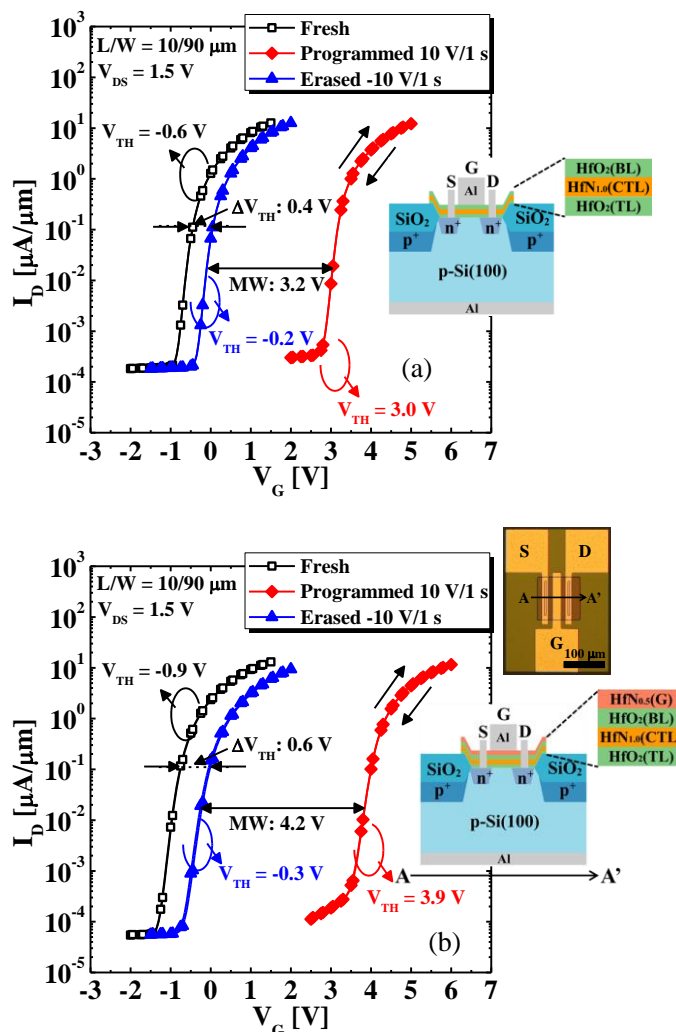


図 1 Hf 系 MONOS デバイスの I<sub>D</sub>-V<sub>G</sub> 特性、デバイス写真および断面模式図。  
 (a)Al/HfO<sub>2</sub>/HfN/HfO<sub>2</sub>/p-Si(100)構造、  
 (b)Al/HfN<sub>0.5</sub>/HfO<sub>2</sub>/HfN/HfO<sub>2</sub>/p-Si(100)構造。