

## CoSi<sub>2</sub> 上 CaF<sub>2</sub>/CdF<sub>2</sub>/Si 量子井戸構造を用いた クロスポイント型抵抗スイッチング素子の保持特性評価

Retention characteristics of crosspoint resistance switching devices  
using CaF<sub>2</sub>/CdF<sub>2</sub>/Si quantum-well structures grown on CoSi<sub>2</sub>/Si(100)

東工大 大学院総理工 〇瓜生和也、傳田純也、須田 慶太、桑田 友哉、渡辺正裕

Tokyo Institute of Technology 〇K. Uryu, J. Denda, K. Suda, Y. Kuwata, M. Watanabe

E-mail: [uryu.k.aa@m.titech.ac.jp](mailto:uryu.k.aa@m.titech.ac.jp)

【はじめに】CdF<sub>2</sub>/CaF<sub>2</sub> ヘテロ構造は界面における伝導帯バンド不連続が 2.9eV と大きく、シリコン基板上にエピタキシャル成長可能なため、室温においても ON/OFF 比の大きな共鳴トンネル系集積デバイスの構成材料として有望である[1,2]。これまでに我々は、CaF<sub>2</sub>/CdF<sub>2</sub>/CaF<sub>2</sub> 二重障壁共鳴トンネル構造の両側に Si 層を配したヘテロ構造を用いて、CdF<sub>2</sub> 量子井戸への電荷注入と Si 障壁層による電荷保持を基本原理とする抵抗スイッチングメモリ素子を提案している。本素子は、CdF<sub>2</sub> 量子井戸を共鳴トンネルフローティングゲートとして用いたコンダクタンス制御型の抵抗変化二端子素子として動作し、クロスポイント型の集積構造により究極的な微細化の可能性を有する。

これまでに、基本的なメモリ動作の実証と、素子の低電圧動作化(<1V)、保持特性を報告してきた[3,4]が、これまでの素子構造は、シリコン基板上に直接エピタキシャル成長にて形成されたものであった。本研究では、配線抵抗低減に有利な CoSi<sub>2</sub> 配線によるクロスポイント型集積構造を提案している。そして前回クロスポイント構造素子の作製プロセスを確立し、メモリ動作させることに成功した[5]。しかし保持特性が数秒～数分程度と短いという問題があった。今回 CoSi<sub>2</sub> 形成プロセスの改善により保持特性を向上させることができたので報告する。

【実験方法】今回試作した素子の構造およびバンドプロフィールを Fig.1 に示す。p-SOI(100)基板(SOI 層厚 100nm)を SC-1,SC-2 洗浄後、RIE により幅 25 μm のストライプを形成する。次に、MBE 装置内に搬入し、Co を室温で 5 nm 蒸着した後、装置内で真空を保ったまま 550°Cアニールを行い、CoSi<sub>2</sub> を固相成長した。CoSi<sub>2</sub> 形成後、素子を装置から出し、塩酸ウェットエッチングにより余分な Co を除去する。その後、層間絶縁膜として SiO<sub>2</sub> をスパッタにより堆積した後、RIE により 2 μm φ の成長領域穴あけを行う。再び MBE 装置内に素子を搬入し、n-Si(5nm)/CaF<sub>2</sub>(1.55nm)/CdF<sub>2</sub>(2.48 nm)/CaF<sub>2</sub>(1.55nm)/i-Si(5nm)各層の結晶成長を行う。最後に Al/Au 電極をリフトオフにより形成して素子完成となる。

### 【結果と考察】

作製した素子の室温における I-V 特性を Fig.2 に示す。電圧 1.56 V で CdF<sub>2</sub> 量子井戸への電荷注入と蓄積が起こって低抵抗状態(LRS)から高抵抗状態(HRS)へと状態遷移する。その際のピーク電流密度は約 200 kA/cm<sup>2</sup>と見積もられた。On/Off 比は 0.3 V で 160 程度であった。次に保持特性の測定として HRS、LRS それ

ぞれについて 0.3 V 印加し電流値の時間変化をプロットした。その結果を Fig.3 に示す。25 時間超の蓄積電荷の保持ができており保持特性の向上に成功した。これは CoSi<sub>2</sub> 形成時の Co 膜厚を減らしたことによる表面モフォロジーの改善が寄与しているものと考えている。

### 【参考文献】

- [1] T. Kanazawa, et al., Appl. Phys. Lett., 90 [9], 092101-1, 2007.
- [2] 和田他, 2008 年度春季第 55 回応用物理学会 30p-E-2
- [3] 仲正路他, 2010 年度秋季第 71 回応用物理学会 16a-NC-1
- [4] 瓜生他 2011 年度秋季第 72 回応用物理学会 31p-Pl6-14
- [5] 瓜生他 2012 年度春季第 59 回応用物理学会 18a-E1-7

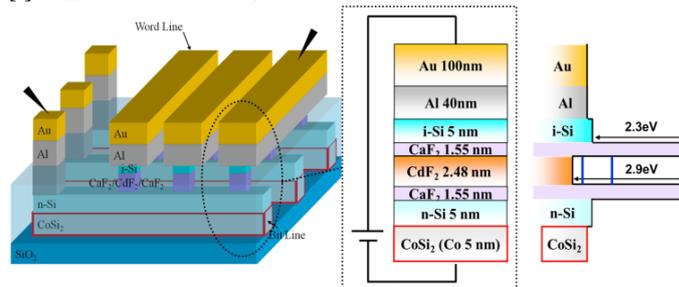


Fig.1 素子構造とバンドプロフィール

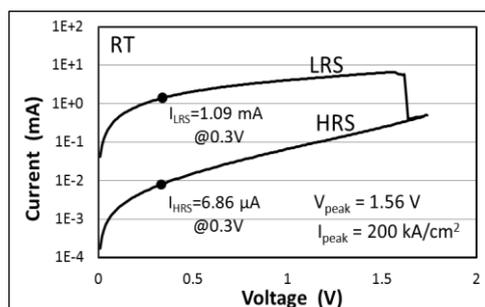


Fig.2 I-V 特性(室温)

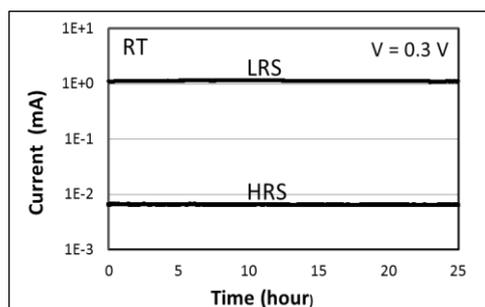


Fig.3 保持特性(室温)