

# High-k/GeO<sub>2</sub>/Ge の作製と評価

## Manufacture and evaluation of High-k/ GeO<sub>2</sub> / Ge

東京農工大学、<sup>○</sup>豊田健一郎 渡邊龍一郎、岩崎好孝、上野智雄

Tokyo Univ. of agri. & Tech. Kenichiro Toyoda. Ryuichiro Watanabe. Yositaka Iwazaki. Tomo Ueno.

E-mail: [s199621u@st.go.tuat.ac.jp](mailto:s199621u@st.go.tuat.ac.jp)

### 1. 研究背景

近年のデジタル電子機器の性能向上の背景には電気的なスイッチング素子である MOSFET の発展が寄与している。この MOSFET はこれまで高性能化・高集積化のために微細化が進められてきた。しかし、リーク電流の増加に伴う消費電力の増大やパンチスルーによるスイッチング動作の不安定化の問題により微細化の限界を迎えつつある。微細化に代わる性能向上のために高移動度 (High- $\mu$ ) 材料と高誘電率 (High-k) 絶縁膜の研究が注目されてきた。高移動度材料として Si と比べて移動度の高い Ge 基板を用いることで高速化が期待できる。一方、膜厚を維持しつつ容量値の低下を防ぐためには High-k 材料の導入が必須であり、HfO<sub>2</sub> や Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が検討されてきた。今回 SiO<sub>2</sub> と比べ、比誘電率が約 12 倍である高誘電率材料 TiO<sub>2</sub> の導入を試みた。しかし、TiO<sub>2</sub> の E<sub>c</sub>(伝導帯下端)は Si や Ge のそれとバンドオフセットが小さく、直接接合すると大きなリーク電流が流れることが知られている。そこで TiO<sub>2</sub> と Ge との間に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を用い、TiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GeO<sub>2</sub>/Ge 構造を作製することで膜厚を維持しつつ容量値の低下を最低限に抑え、リーク電流を抑制することが可能であると考えられる。本実験では TiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GeO<sub>2</sub>/Ge 構造を作製し、その電気特性の評価を行った。

### 2. 実験方法

n-Ge(100) 基板を有機洗浄および HF 洗浄したのち、以下の方法で 2 種類のサンプル (Fig.1) を作製した。

①熱酸化にて GeO<sub>2</sub> 膜を作製し、反応性スパッタにて Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を堆積

②①に対して反応性スパッタにて TiO<sub>2</sub> を堆積

計 2 種類のサンプルを作製し、C-V 測定を行った。

各製膜条件は GeO<sub>2</sub> 膜は酸素雰囲気中で温度 500[°C]、1 気圧にて熱酸化を行った。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiO<sub>2</sub> 膜は反応性スパッタにて Ar 流量 30[sccm]、O<sub>2</sub> 流量 50[sccm]、室温下で堆積させた。

### 3. 実験結果および考察

Fig.2, Fig.3, Fig.4 に各電気特性の測定結果を示した。

Fig.2 では周波数分散、Fig.3 ではヒステリシスがどちらの構造のサンプルにおいても生じている。これより界面に欠陥が存在していると考えられる。しかし、サンプル②では TiO<sub>2</sub> を堆積させているにも関わらずサンプル①と比較して容量値の低

下がわずかなものに抑制できている。

Fig.4 では TiO<sub>2</sub> を堆積させたことによりサンプル②のリーク電流はサンプル①と比較して 2~3 桁程度減少した。これより TiO<sub>2</sub> を堆積させることで容量値の低下を最低限にとどめ、かつリーク電流を抑制することが可能であることがわかった。

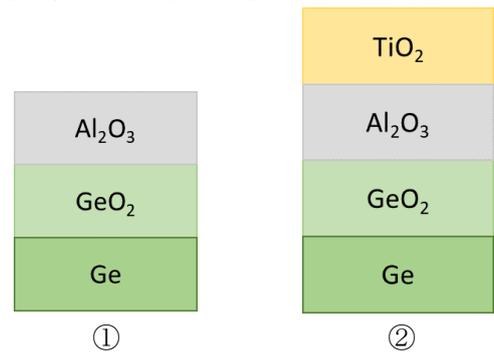
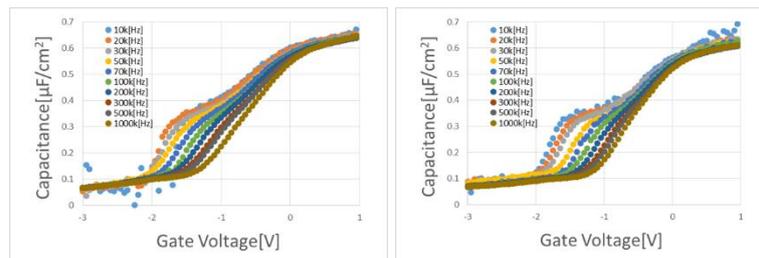


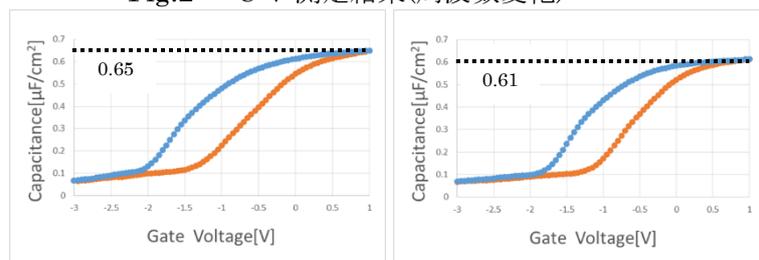
Fig.1 作製サンプルの構造図



(i) サンプル①

(ii) サンプル②

Fig.2 C-V 測定結果(周波数変化)



(i) サンプル①

(ii) サンプル②

Fig.3 C-V 測定結果(1000kHz 固定)

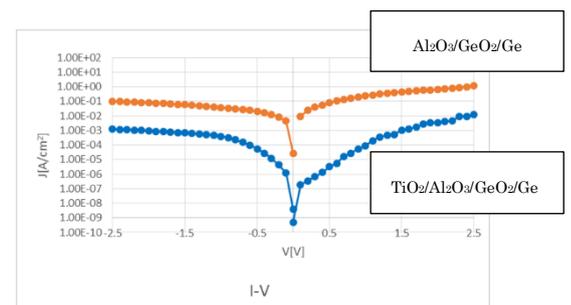


Fig.4 リーク電流測定結果