

シリケイン及びゲルマナン MOSFET の  
トンネル電流を考慮したバリスティック輸送特性

Ballistic Transport Characteristics Considering Tunneling Current in Silicane and  
Germanane MOSFETs

神戸大院工 ○岡 直左, 小川 真人, 相馬 聡文

Kobe Univ. ○N. Oka, M. Ogawa, S. Souma

E-mail: [163t211t@stu.kobe-u.ac.jp](mailto:163t211t@stu.kobe-u.ac.jp)

IoT社会の到来により、あらゆるデバイスに高速化、低消費電力化が不可欠となっている。それに伴いデバイスを構成する半導体素子にもさらなる高性能化が期待されている。従来のSi-MOSFETは微細化による高性能化の限界を迎えており、性能向上のために新材料を導入したMOSFETの研究が盛んである。中でも二次元半導体であり、Si及びGeで構成されるシリケイン及びゲルマナン(Fig.1)は現在のシリコンテクノロジーとの親和性の良さから注目されている。これらの物質は、単分子層上下のダングリングボンドを水素終端することで $sp^3$ 結合が維持され、バンドギャップが発生する特徴があり、半導体素子への応用も期待される。これらの新材料をチャネル材料としたFETの性能解析において、極短チャネルFETに生じる量子力学的効果を考慮することは極めて重要であるがその詳細は明らかになっていない。そこで本稿では、チャネル長が10nm以下のMOSFETに顕在化する電極間のリーク電流にも焦点を当て、有効質量近似(EMA)によるWKB法[1]を用いてFETのトンネル電流を考慮したバリスティック輸送特性を解析する。

本研究では、先行研究で得られた有効質量からEMAによりバンド構造を近似し、Top-of-the-Barrier(ToB)モデル[2]を用いてシリケイン及びゲルマナンをチャネル材料とするダブルゲート型MOSFETのトンネル電流を考慮しない電流をバンドの異方性を取り入れたうえで計算した。その結果をFig.2に示す。ゲルマナンチャネルの方が高い電流値を示した。これは、有効質量の軽いゲルマナンのエネルギーが大きいことが影響していると考えられる。

講演では、WKB法によりキャリアの透過率を求めることで計算されたトンネル電流をToBモデルで得られた電流値と合計することで、FETのトンネル電流を考慮したバリスティック輸送特性について報告する。

## 文献

- [1] K. L. Low et al., IEEE-TED 63 (2016) 773  
[2] A. Rahman et al., IEEE-TED 50 (2003) 1853.

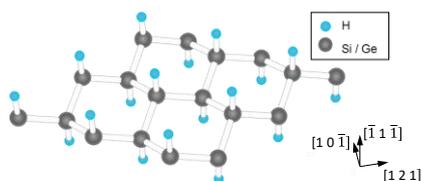


Fig. 1 Schematic illustration of silicane and germanane

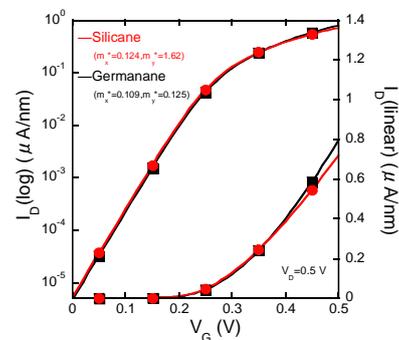


Fig. 2  $I_D$ - $V_G$  characteristics of double-gate silicane and germanane FETs under ballistic transport.