

MONOS SiN 膜中キャリア移動度の電界・温度依存性モデリング

Carrier Mobility Modeling for MONOS SiN Layer Considering Electric Field and Temperature Dependence

キオクシア: 内藤 慶太郎、竹田 裕、大倉 孝之、下川 淳二、津田 宗幸、山下 博幸、澤 敬一、来栖 貴史
KIOXIA Corporation
E-mail: keitaro1.naito@kioxia.com

【背景】 MONOS 型フラッシュメモリの電気的特性を予測するためには、電荷蓄積層である SiN 膜中の電荷の挙動を把握することが重要である。SiN 膜中のキャリア輸送現象をシミュレーションするにあたり、これまでは、主にバンド/トラップ準位間のトラップ・デトラップ現象が着目されてきた。一方、バンド中でのキャリア輸送に関しては、様々な近似により簡略化して取り扱われることが多かった。特に、キャリア輸送において重要なパラメータであるバンド中の移動度に関しては、電界や温度によらない固定値で近似される場合が多い[1,2]。そこで、本研究では、SiN 膜中のキャリア移動度について、その電界・温度依存性をモデル化し、フラッシュメモリ特性への影響を調べた。

【手法】 まず、SiN 中のキャリア移動度の電界・温度依存性を、1次元モンテカルロ計算により見積った。そして、その電界・温度依存性を再現する関数により移動度モデルを構築した(Fig. 1)。本研究では、フラッシュメモリ特性を、ドリフト拡散モデルに基づくデバイス TCAD でシミュレーションしており、構築した移動度モデルをドリフト拡散モデル式に適用して、移動度の電界・温度依存性を考慮する。SiN 中のトラップ・デトラップ現象については、ドリフト拡散モデルの生成・再結合項として別途取り扱っている。移動度の電界・温度依存性の影響は、MONOS キャパシタ(Fig. 2)の書き込み・消去特性(電子・正孔のトンネル注入による V_{th} 変化、高電界)および高温電荷保持特性(設定 V_{th} の時間変化、中～低電界)の実測を用い、移動度モデル適用時と固定移動度[1]使用時との比較により確認した。

【結果】 書き込み・消去特性については、移動度モデル適用時、固定移動度使用時ともに実測をよく再現した。一方、高温電荷保持特性は、固定移動度使用時には実測との乖離が大きい(Fig. 2)。このことから、移動度の電界・温度依存性の取り込むことで、シミュレーションの実測再現性が向上することが分かった。

【結論】 MONOS 型フラッシュメモリの電気的特性を正確にシミュレーションするためには、SiN 膜中キャリア移動度の電界・温度依存性を考慮することが重要であると考えられる。

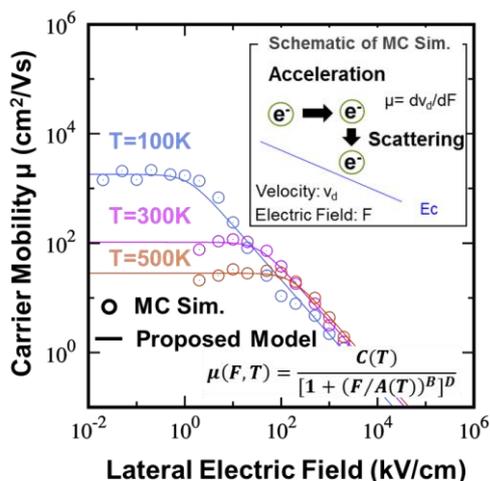


Fig. 1: Electric field and temperature dependencies of carrier mobility in SiN calculated by MC simulation and proposed model.

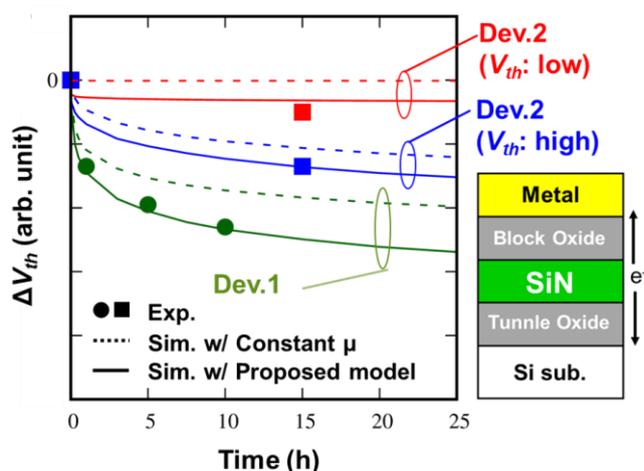


Fig. 2: Simulated and experimental high temperature data retention characteristics of MONOS capacitors.

【参考文献】

- [1] Elisa Vianello *et al.*, IEEE Trans. Elec. Dev. 56, pp1980-1990 (2009).
- [2] Dongyeon Oh *et al.*, Proc. of 2015 IEEE International Memory Workshop (2015).