c 軸配向結晶性 IGZO FET の微細化に伴うフォノン散乱の影響

Impact of Phonon Scattering due to Miniaturization of C-Axis-Aligned Crystalline IGZO FETs

°松田 慎平、菊地 彫、山根 靖正、岡崎 豊、山﨑 舜平（半導体エネルギー研究所）

°Shinpei Matsuda, Erumu Kikuchi, Yasumasa Yamane, Yutaka Okazaki, and Shunpei Yamazaki

(Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.)

E-mail: sm1282@sel.co.jp

2011 年、我々は c 軸方向に配向した結晶性 In-Ga-Zn-Oxide（CAAC-IGZO）と、その FET への応用を報告した。CAAC-IGZO FET は 10^{-24}A ·μm^{-1} オーダーという極めて低いオフリーク電流を有しており、この極小のオフリーク電流を利用した LSI メモリの研究を我々は行っている。

LSI メモリの高速な動作には高い電界効果移動度（μ_{FE}）を持った FET が必要である。しかし、これまで報告してきた CAAC-IGZO FET の μ_{FE} は 5 - 10 cm^2·V^{-1}·s^{-1} 程度であり、従来 LSI に使われている単結晶 Si の電子移動度と比較して 2 桁劣っており、高速な LSI への応用は難しいと考えられてきた。

我々は CAAC-IGZO FET（L = 0.45 - 100 μm）と n 型の単結晶 Si FET （L = 0.30 - 7.95 μm）の μ_{FE} のチャネル長（L）依存性について報告している[1]。当該報告において、フォノン散乱の影響から、単結晶 Si FET と CAAC-IGZO FET の移動度の差が、微細化によって縮小することが見出された。即ち、CAAC-IGZO FET を高速な LSI メモリへ応用できる可能性が理論的に示された。

今回、CAAC-IGZO FET におけるフォノン散乱の影響をより詳細に検証するため、従来の二次元（Planar）構造の FET に加え、S-channel 構造と称する、チャネルがゲート電極によって三次元的に取り囲まれた構造の、微細な CAAC-IGZO FET（L = 0.055 - 0.515 μm）を作成した。S-channel 構造 CAAC-IGZO FET の μ_{FE} の L 依存性を測定したところ、フォノン散乱から理論的に予測される μ_{FE} の L 依存性と非常に良く一致した(Fig.)。この結果から、CAAC-IGZO FET の高速な LSI メモリへ応用できる可能性が、FET 特性の観点から実験的に示された。

当日はこの結果についての議論を行う他、より高移動度の CAAC-IGZO を活性層とする FET についても μ_{FE} の L 依存性を報告する予定である。

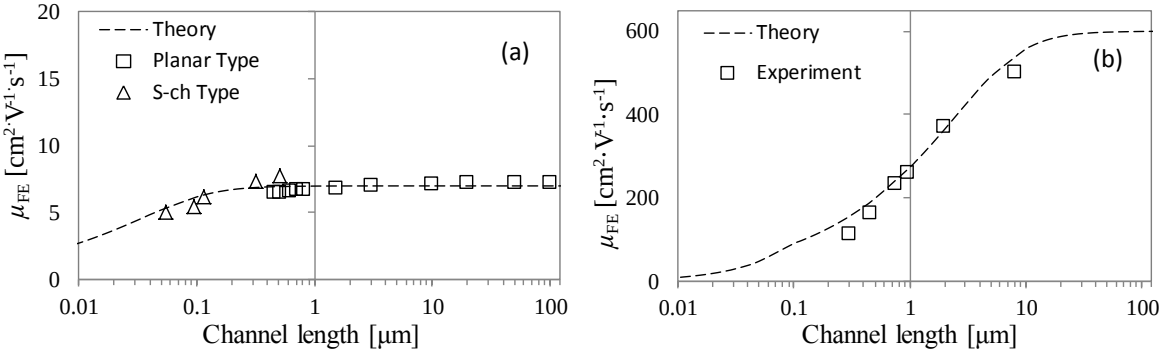

Fig.: Channel length dependency of field-effect mobility, (a) CAAC-IGZO FETs, (b) single-crystal Si FETs

[1] S. Matsuda *et al.*, Ext. Abst. SSDM , 2014

© 2015年 応用物理学会