

イオン液体ゲートを用いた遷移金属ダイカルコゲナイド トランジスタにおけるデバイスシミュレータの開発

Development of device simulators of

ion-gated transition metal dichalcogenide transistors

産総研¹, 大阪大工², マックスプランク研³, 筑波大電物⁴, 東大工⁵

○植田 暁子¹, 張 奕勁^{2,3}, 佐野 伸行⁴, 今村 裕志¹, 岩佐 義宏⁵

AIST¹, Osaka Univ.², Max Planck Inst.³, Univ. Tsukuba⁴, Univ. Tokyo⁵

○Akiko Ueda¹, Yijin Zhang^{2,3}, Nobuyuki Sano⁴, Hiroshi Imamura¹, and Yoshihiro Iwasa⁵,

E-mail: ueda-akiko@aist.go.jp

イオン液体ゲートは、イオンによる高電界によって超伝導などの固体ゲートでは発現が困難な現象を創出することが可能である。特に、遷移金属ダイカルコゲナイド半導体を用いたイオン液体ゲートトランジスタでは、両極性伝導、バレー特性を活かした電氣的な円偏光の方向の制御、高濃度のキャリア誘起による超伝導などが報告されており、新機能デバイスとして注目を集めている。デバイスにおいてキャリア制御や機能の最適化を行うためには、デバイス内でのキャリアの輸送メカニズムを理解する必要がある、デバイスシミュレーションが有効である。しかしながら、イオン液体ゲートを用いた半導体トランジスタのデバイスシミュレーションは確立していない。

我々は、図1のようなイオン液体ゲート WSe₂ トランジスタの特性をドリフト拡散法とポアソン方程式を用いた手法によって計算し、実験結果の再現に成功した。本シミュレーションモデルでは、電流特性の他、イオンやキャリア分布、バンド形状などを導出することができる。本講演では、通常用いられる固体ゲートトランジスタのシミュレーションとのモデルの違いを解説する。シミュレーションによって、図2のように、ソースドレイン電圧による電子の単一キャリアによる伝導が線型領域、飽和領域と変化し、さらに大きな電圧では、電子とホール両方が伝導し、p-n 接合を形成する。バンド形状の解析により、WSe₂ と金属電極の界面でのショットキー障壁の形状の急峻な変化がイオン液体による電界によって引き起こされ、両極性を生じることを明らかにした。

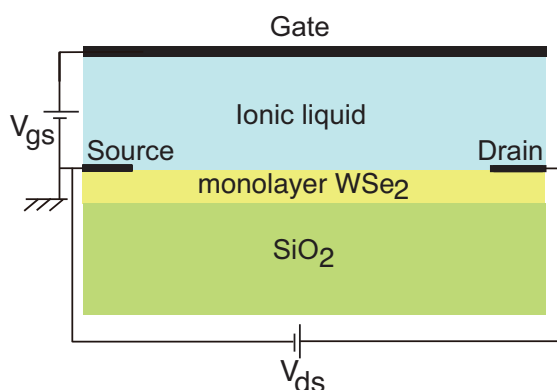


図1 イオン液体ゲート WSe₂ トランジスタ
のモデル

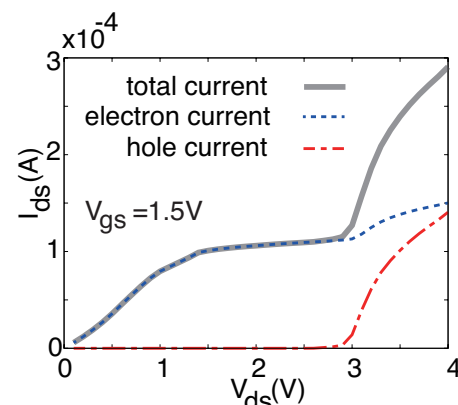


図2 ドレイン電流の
ソースドレイン電圧依存性