## 低温 InGaAs/InAs/InGaAs チャネル HEMT に関するモンテカルロ計算

Monte Carlo Simulation of Cryogenic InGaAs/InAs/InGaAs Channel HEMTs

情報通信研究機構 <sup>O</sup>遠藤 聡, 渡邊 一世, 笠松 章史, 三村 高志

National Institute of Information and Communications Technology

°Akira Endoh, Issei Watanabe, Akifumi Kasamatsu, Takashi Mimura

E-mail: aendoh@nict.go.jp

【諸言】InGaAs/InAs/InGaAs チャネルを有する HEMT は、電界効果トランジスタにおける遮断周 波数  $f_{T}$ 、最大発振周波数  $f_{max}$ の世界最高速を示す[1]。我々は以前に、InGaAs/InAs/InGaAs チャネ ル HEMT の温度 16 K における特性を測定し、InGaAs チャネル HEMT と比較した[2]。今回は、

InGaAs/InAs/InGaAs チャネル HEMT に関するモンテ カルロ計算を温度 16 K にて行った。

【計算方法及び結果】 モンテカルロ計算は3バレー (Γ, L, X) モデルで行った。図1に HEMT モデル構 造を示す。チャネル構造は InGaAs/InAs/InGaAs と InGaAs の2種類とし、温度 300 及び 16 K において 計算を行った。InGaAs/InAs/InGaAs チャネル中の InAs 層については、圧縮歪みによるバンド構造の変 化を考慮した[3]。図2に、計算で得られたドレイン 電流 Ids-ゲート電圧 Vgs 特性を示す。どちらのチャ ネル構造においても 16 K にすることで Ids が増大す る。また、InGaAs/InAs/InGaAs チャネルの方が Ves の高い領域における Ids が遥かに大きい。これは実験 の傾向[2]と一致する。図3に、ゲート電極下チャネ ル層中の平均電子速度の Vgs 依存性を示す。16 K に することでフォノン散乱が減少[4]し、概して平均電 子速度が増大する傾向が見られる。2種類を比較す ると、InGaAs/InAs/InGaAs チャネルにおける平均電 子速度が、特に Vgs が高い領域において遥かに大きい。 一方、2種類のチャネル構造におけるゲート電極下 チャネル層中の電子密度の差はあまり大きくはない。 従って、InGaAs/InAs/InGaAs チャネルにおける Idsの 方が大きいのは、主に電子速度の差によると考えら れる。これは、電子の有効質量が軽い InAs 層中の電 子の割合が増えるためである。

## 【参考文献】

[1] X. B. Mei et al., SSDM2015, M-1-3, p. 1034.

[2] A. Endoh et al., SSDM2017, N-7-04, p. 683.

[3] A. Endoh *et al.*, J. Phys.: Conf. Ser. **454**, 012036 (2013).

[4] A. Endoh *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **49**, 114301 (2010).







Fig. 2  $I_{ds}$ - $V_{gs}$  characteristics.



Fig. 3  $V_{gs}$  dependence of average electron velocity under gate.