

GaAs ナノワイヤ 3 分岐接合デバイスの表面状態と非線形特性の関連性についての検討

Study on the relationship between surface condition and the nonlinear characteristic of the GaAs-based three-branch nanowire junction device

佐藤 将来, 葛西 誠也

北海道大学 大学院情報科学研究科および量子集積エレクトロニクス研究センター

Graduate School of Information Science & Technology, and Research Center for Integrated Quantum

Electronics, Hokkaido University

E-mail: msato@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】半導体ナノワイヤ 3 分岐接合 (TBJ) デバイスは, ナノワイヤのみから形成される単純な構造にも関わらず特異な電気的非線形特性を示すことから[1], 様々な回路応用が進められている[2]. しかし, 室温での非線形機構は解明されておらず, 素子特性制御やさらなる回路応用のためには動作機構の理解が不可欠である. 本研究では, 動作機構の検討を進めるため半導体ナノワイヤ表面状態が TBJ デバイスの非線形特性に及ぼす影響を調べた.

【実験方法】AlGaAs/GaAs 基板に電子線リソグラフィとウェットエッチングにより T 字のナノワイヤ 3 分岐構造を形成した. 左右の入力枝にプッシュプル電圧 ($V_{INL} = -V_{INR}$) を印加すると, 中央枝の出力電圧は常に負となる逆 V 字の非線形特性を示す. これは, 電圧の極性により左右の入力枝のコンダクタンスの大小が切り替わっていることに対応する. この振舞いを説明するモデルとして, デバイスの表面状態に着目したチャンネルピンチオフモデルが提唱されている[3]. そこで空乏層の形成と表面ポテンシャルの関係を調べるため, SiN_x 膜を堆積させた TBJ デバイスを作製し, 特性の評価を行った. SiN_x の膜厚は 30 nm とした. デバイス構造模式図を図 1 に示す. 測定は室温で行った.

【実験結果】図 2 は SiN_x 堆積前と堆積後の TBJ デバイスの I - V 特性を比較したものである. SiN_x を堆積させることにより, 電流値が減少した. これは, 表面ポテンシャルが増大し, チャンネルが空乏したことを示している. 図 3 に V_{OUT} - V_{INL} 特性を示す. SiN_x を堆積させた TBJ デバイスでは, 堆積前に比べ非線形特性の増強が観測された. また, 図 2 の電流が飽和する電圧と図 3 の出力電圧の非線形特性が強まる電圧がほぼ一致している. 表面ポテンシャルの増大が正バイアスした入力枝でのチャンネル空乏を促進させ, 非線形特性を増強させたと考えら

れる. このことから, TBJ デバイスの非線形特性を説明するモデルとして, チャンネルピンチオフモデルが有力であるといえる.

- [1] H. Q. Xu, Appl. Phys. Lett. 78, 2001, 2064.
- [2] H. Shibata *et al.* Jpn. J. Appl. Phys. 50, 2011, 06GF03.
- [3] D. Nakata *et al.* Jpn. J. Appl. Phys. 49, 2010, 06GG03.

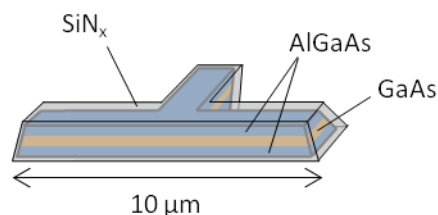


図 1 デバイス構造模式図

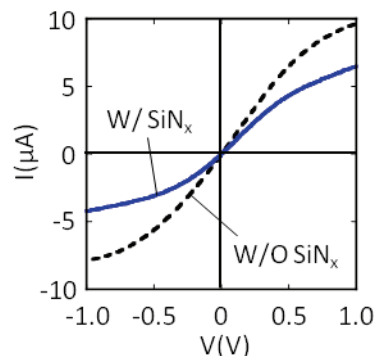


図 2 SiN_x 堆積前と堆積後の I - V 特性

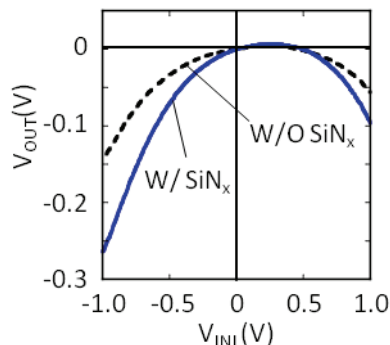


図 3 SiN_x 堆積前と堆積後の V_{OUT} - V_{INL} 特性