

T2SL 赤外線検出器の暗電流低減のための電子障壁層の設計

Design of an electron barrier for a T2SL infrared photodetector

NEC システムプラットフォーム研究所, 五十嵐悠一, 山本剛

NEC System Platform Research Laboratories, Y. Igarashi, T. Yamamoto

E-mail: y-igarashi@bp.jp.nec.com

はじめに タイプ 超格子 (Type 2 super lattice: T2SL) 赤外線検出器は量子型の赤外線検出器の一種であり、水銀カドミウムテルル赤外線検出器に匹敵する高い感度を得られる可能性があることから注目を集めている。T2SL 赤外線検出器の S/N 比向上のためには、暗電流 (光電流とは無関係に流れる電流) を抑制することが重要である。今回我々は、暗電流の抑制のための構造として、InP 基板と格子整合するタイプ 超格子 (T1SL) からなる電子障壁層を考案した。数値シミュレーションによりタイプ 超格子の好ましい膜厚および暗電流低減効果を見積もったので、その結果について報告する。

考案した構造 T2SL 赤外線検出器の暗電流を低減する構造としてこれまで世界中から様々な構造が提案されてきた。その中でも代表的な構造が、n 型コンタクト層と n 型の T2SL 受光層との間に電子の伝導を妨げる障壁層を設けた nBn 構造 [1] である。近年、GaSb 基板上的近赤外域 (SWIR) T2SL 受光層に対して格子整合する T1SL 電子障壁層を用いた nBn 構造が報告されている [2]。しかしこの T1SL 電子障壁層は InP には格子整合しないため、SWIR の透過性に優れる InP 基板上的 SWIR-T2SL 受光層に対しては用いることができない。そこで我々は、InP 基板に格子整合する AlAsSb/GaAsSb の T1SL で電子障壁層を構成することを考案した (図 1 挿入図参照)。

計算結果 T1SL 電子障壁層を用いる利点は、受光層と電子障壁層とで正孔ミニバンドエネルギーを一致させることにより、動作バイアス電圧を下げられることにある。そこで我々は、T1SL 電子障壁層の正孔ミニバンドエネルギーの GaAsSb 膜厚依存性を数値計算して InGaAs/GaAsSb T2SL 受光層の正孔ミニバンドエネルギーと一致する膜厚を明らかにした。続いて、1次元グリーン関数による暗電流の数値計算を行った。バルクの AlAsSb 電子障壁層 100 nm の暗電流値で規格化した、バイアス電圧 0.2 V 印加時の室温での暗電流値の T1SL ペア数依存性を、図 1 に示す。計算の結果、バルクの電子障壁層と同等以上の効果を得るためには、T1SL を 20 ペア程度積層する必要があることが分かった。

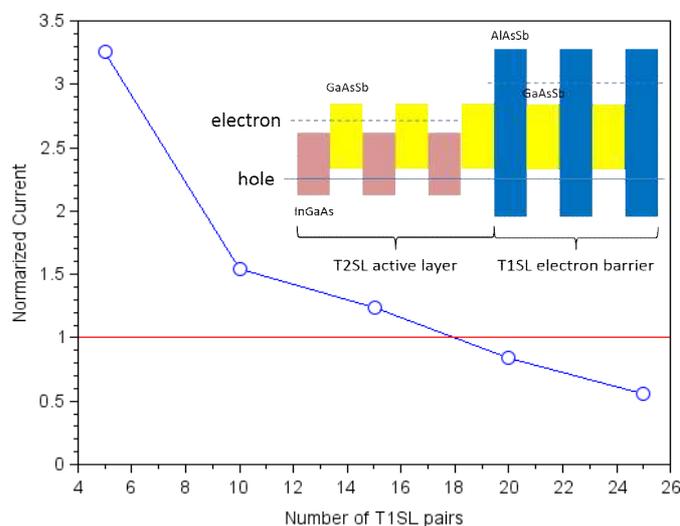


Fig.1: Numerically calculated dark current (normalized by that calculated for a 100 nm thick bulk AlAsSb) of T1SL electron barrier under 0.2 V applied source-drain voltage at room temperature. Inset: Schematic band diagram of the T2SL active layer and the T1SL electron barrier.

文献

[1] S. Maimon and G. W. Wicks, Appl. Phys. Lett. **89**, 151109 (2006).

[2] A Haddadi, R. Chevallier, A. Dehzangi, and M. Razeghi, Appl. Phys. Lett. **110**, 101104 (2017).