

InP 基板上 MgZnCdSe/ZnCdSe 非対称共鳴トンネルダイオードにおけるエミッター/コレクター層キャリア濃度依存性の理論検討

Theoretical investigation of carrier density dependency of emitter/collector layers on MgZnCdSe/ZnCdSe asymmetric resonant tunneling diodes on InP substrates

上智大理工 ○(B)茂木英介, 野村一郎
Sophia Univ., Eisuke Mogi and Ichirou Nomura
E-mail: i-nomura@sophia.ac.jp

InP 基板上 II-VI 族半導体は可視光を含む幅広い波長域に対応する光デバイス材料として魅力的である。一方、この材料系によるヘテロ接合では伝導帯に大きなバンド不連続を有するものがあり、この特長を活かしたデバイス開発も期待される。その中で我々は MgSe を障壁層、ZnCdSe を井戸層に用いた共鳴トンネルダイオード (RTD) を作製し微分負性抵抗の観測に成功した[1]。更に、2つの障壁層の高さが異なる非対称 RTD に着目し、性能向上が得られる可能性を理論解析により示した[2]。本研究では、更なる性能向上を目指してエミッター層及びコレクター層 ZnCdSe のキャリア濃度を増加させた場合の効果について理論解析を行ったので報告する。

Fig.1 に非対称 RTD のエネルギー帯構造を示した。エミッター及びコレクター層を n-ZnCdSe、井戸層を un-ZnCdSe、エミッター側障壁層を Mg 組成 0.33 の MgZnCdSe、コレクター障壁層を MgSe とした。この構造において各印加電圧における伝導帯電子の透過率を算出し、それより電流密度を求めた。ここでは、エミッター及びコレクター層のキャリア濃度を 1.0×10^{18} から $7.4 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ に増加させた場合の室温での電圧対電流密度(J-V)特性を調べた。結果を Fig.2 に示したが、明確な微分負性抵抗が見られた。また、微分負性抵抗が現れる前のピーク電流密度(J_p)とその後のバレー電流との比(PVR)に着目したところ、キャリア濃度の増加に伴い J_p は 1012 から 8708kA/cm^2 に大幅に増加することが予測された。また、PVR は 14.7 から 10.6 となることが示された。

文献： [1] K. Maeda et al, II-VI 2019, Oral Talk-24 (2019).

[2] シャ カンサン 他、第 83 回応用物理学会秋季学術講演会、22a-B102-5 (2022).

謝辞：本研究の一部は、文科省科研費基盤 C(#23K03975)の援助を得て行われた。

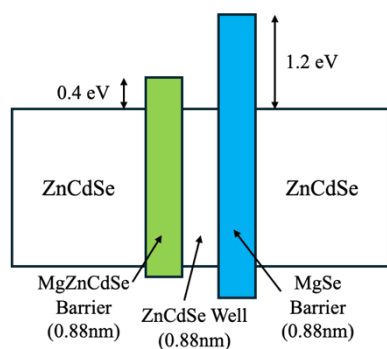


Fig.1 The energy band diagram of the MgZnCdSe/ZnCdSe asymmetric RTD.

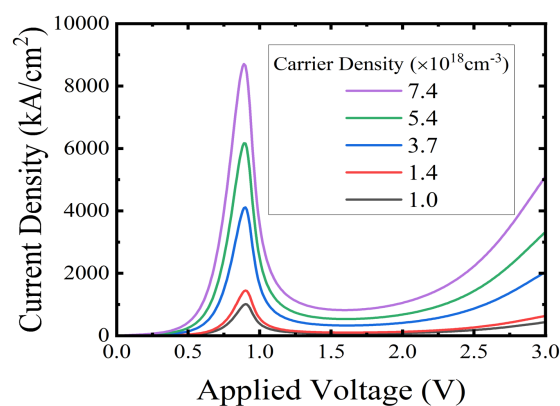


Fig.2 Theoretical J-V characteristics of the asymmetric RTD at different carrier densities of emitter and collector layers.