

フェルミレベル制御バリアダイオードによる広帯域・高感度 THz 波検出 Broadband and Sensitive THz-Wave Detection by Fermi-Level Managed Barrier Diode

○伊藤 弘¹、石橋 忠夫² (1. 北里大、2. NTT エレクトロニクステクノ)

○Hiroshi Ito¹, Tadao Ishibashi² (1. Kitasato Univ., 2. NTT Electronics Techno)

E-mail: h.ito@kitasato-u.ac.jp

【はじめに】THz 波検出器の中で、ショットキーバリア・ダイオード (SBD) は室温・高周波動作が可能で比較的高感度なことから広く用いられている。一方、SBD は金属/半導体界面を用いるため、安定性や再現性の面で課題がある。また微細な SBD は微分抵抗が高く、アンテナや後段増幅器とのインピーダンス整合の面でも課題がある。低雑音動作に重要なゼロバイアス動作にとっても、障壁高さの低減が必要である。本報告では、安定な半導体ヘテロ接合を用いて低障壁高さを実現する新たな構成として、「フェルミレベル制御バリア (FMB) ダイオード」を提案する。

【素子構造】図 1 に FMB ダイオードのバンド図を示す。n-InGaAs 中ではフェルミレベル (E_f) がドーピングに依存して伝導帯上端よりも上昇する「バンドフィリング」が生じる[1]。これを用いることで、InP/InGaAs 界面における障壁高さ (ϕ_{Bn}) を InGaAs 中のドーピングのみで制御し、かつ成長時に確定できる。さらに、従来よりも格段に低い障壁高さ (低微分抵抗) も実現できる。

【実験結果】広帯域平面アンテナを集積した FMB ダイオードを作製し、準光学型筐体の実装して特性を評価した。まず DC 特性から、障壁高さは 70meV 程度であることを確認した。次に、50Ω 負荷時の電流感度の周波数依存性を測定した (図 2)。200GHz から 1THz までの広帯域な信号検出を確認すると共に、300GHz において高い電流感度 (4.5A/W) を得た。また、300GHz における電圧感度 (1020V/W) は、InP 系ゼロバイアス SBD で報告されている最高値と同等であった。さらに、電流密度 10^3 A/cm^2 以上までの線形な 2 乗検波特性も確認した。これらの結果は、FMB ダイオードが広帯域・低微分抵抗を有し、電流出力 (低雑音) 動作に適していることを示している。

【謝辞】本研究は、JST「産学共創基礎基盤研究プログラム」の助成により行われた。

【参考文献】[1] N. Kashio et al., IEEE Trans. Electron Dev., 57 (2010) 373.

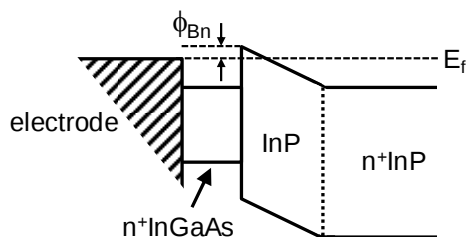


図 1 : FMB ダイオードのバンド図

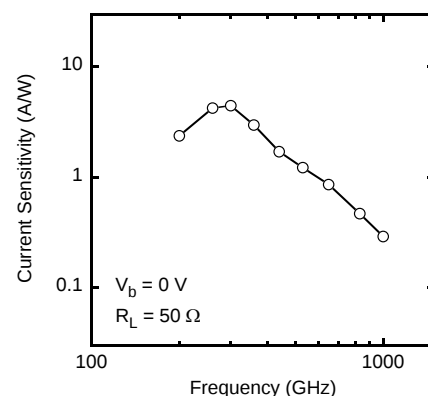


図 2 : 作製した FMB ダイオードモジュールの電流感度の周波数依存性