テラヘルツ受信器用 GaAsSb バックワードダイオードの雑音特性改善

Improvement in Noise Characteristics of GaAsSb-based Backward Diodes for Terahertz Receiver Applications

富士通研 [1]，富士通 [2]　○高橋 剛 [1,2]，佐藤 優 [1,2]，芝 祥一 [1]，中舎 安宏 [1,2]，原 直紀 [1,2]，
岩井 大介 [1]，岡本 直哉 [1]，渡部 慶二 [1]

Fujitsu Labs. [1], Fujitsu [2], °Tsuyoshi Takahashi[1,2], Masaru Sato[1,2], Shoichi Shiba[1], Yasuhiro Nakasha[1,2], Naoki Hara[1,2], Taisuke Iwai[1], Naoya Okamoto[1], and Keiji Watanabe[1]

E-mail: Takahashi.tsuyo@jp.fujitsu.com

【はじめに】ミリ波からテラヘルツ波の高感度検波器として、我々はゼロバイアスで動作する GaAsSb 系ヘテロ接合バックワードダイオード（BWD）を開発してきた[1]。今回は、雑音特性を改善する検討を行ったので報告する。

【デバイス作製】従来の GaAsSb 系 BWD は、感度最適化のため p^+-GaAsSb/i-InAlAs/n-InGaAs から成る。今回は雑音特性に影響を与える接合抵抗 (Rj) を低減するために、i-InAlAs バリア層を抜いた p^+-GaAsSb/n-InGaAs BWD を検討した。Fig. 1 にエネルギーバンド構造を示す。タイプ II のヘテロ接合から成り、バンド間トンネリングを起こす。ゼロバイアスで強い非線形性を持つことが特徴である。

【実験結果】Fig. 2 に 94～300 GHz のゼロバイアス感度特性を示す。感度は入力インピーダンス整合感度（$\beta_{v,opt}$）を示す。周波数増加に伴って感度は減少する傾向であるが、i-InAlAs 層を設けた構造が全体的に高い感度を示した。Fig. 3 に雑音等価電力（NEP）を示す。バリア層があると雑音が大きいことが示された。一方、バリア層が無い場合は、広い周波数範囲で NEP が大幅に改善した。300GHz において、NEP は 303 から 64 pW/Hz$^{1/2}$ まで低減した。この NEP の改善は Rj の低減による効果と考えられる。バリア層がある場合に R_j は 17.9MΩ であったが、バリア層を抜くことで R_j は 410kΩ に大きく低減した。今後、R_j を低減する構造を検討することで、さらなる低雑音化が期待できる。また、InP HEMT 低雑音増幅器と集積化が容易なため、テラヘルツ波の高感度受信器に適用できる。

【謝辞】本研究の一部は総務省の「電波資源拡大のための研究開発」による委託研究「100GHz 超帯域無線信号の高精度測定技術の研究開発」の一環として実施された。

参考文献

[1] 高橋 他，2015 年応用物理学会秋季講演会 16p-2J-10.

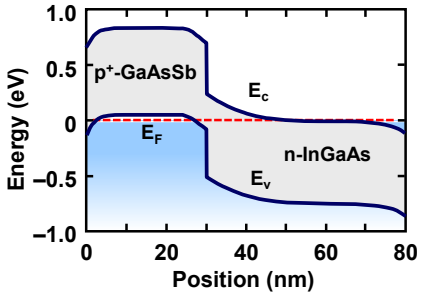

Fig. 1　Energy band diagram of a GaAsSb-based backward diode.

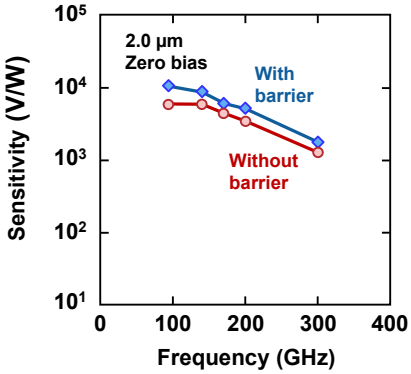

Fig. 2　Dependence of sensitivity on frequency of the backward diodes.

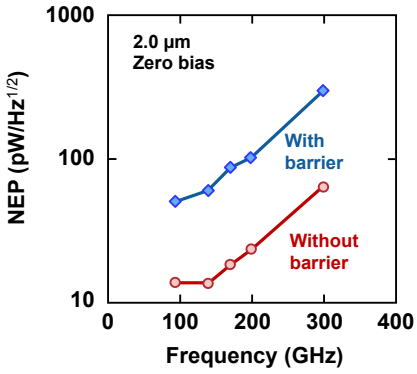

Fig. 3　Noise characteristics of the GaAsSb-based backward diodes.

© 2016年 応用物理学会