InAlAs 薄層増倍層を有する反転型 APD の過剰雑音特性

~Excess-noise characteristics of an inverted APD with thin InAlAs multiplication layer~

1.日本電信電話株式会社 NTT 先端集積デバイス研究所

°山田友輝 [1]、名田允洋 [1]、松崎秀昭 [1]

1. NTT Device Technology Labs., NTT Corporation

°Yuki Yamada[1], Masahiro Nada[1], Hideaki Matsuzaki[1]

E-mail: yamada.yuki@lab.ntt.co.jp

【はじめに】アバランシェフォトダイオード(APD)は素子が内部利得(M)を有するため、高感度な受光素子として光通信やセンサ等に広く応用されている。APD は利得の上昇に伴い増幅過程に起因する過剰雑音は増加するが、増倍層がμm オーダを下回る場合、同層の薄層化は過剰雑音の低減に有効である。一方、十分に薄い増倍層では、高利得状態におけるトンネル暗電流の上昇に起因した雑音増加が懸念される。これまで InAlAs を用いた増倍層では層厚 100 nm までは過剰雑音の低減が確認されている[1]。今回、我々は更に薄層の 90-nm InAlAs 増倍層の雑音特性評価結果を報告する。

【素子構造および評価結果】今回評価した APD は InGaAs 光吸収層、電界制御層、90 nm の InAlAs 増倍層を有している[2]。図 1 は作製した APD の暗電流による雑音電力の利得依存性である。M = 10 での雑音電力はノイズフロア(~180 dBm/Hz)と同等であり、M ~ 20 においても計算より求めた APD の過剰雑音の計算値[3]より 10 dB 以上小さく、過剰雑音特性への暗電流の影響は小さいと予想される。図 2 に APD の過剰雑音特性を示す。APD の過剰雑音は、イオン化率比 k がその性能指標となるが、光強度-20 dBm での過剰雑音指数(赤丸)は、計算値(実線)との比較から k = 0.05 ~ 0.15 の良好な雑音特性であることが確認できる。この値は既報告の薄層 InAlAs 増倍層の k と比べて遜色ない[1]。暗電流の雑音を差し引いた雑音指数(青丸)との比較から、M > 15 での過剰雑音指数の増加は暗電流に起因した雑音の影響によると考えられるが、M = 25 の高利得状態においても推定される k は 0.15 以下とその影響は限定的である。

【まとめ】90 nm の薄層 InAlAs 増倍層の雑音特性を調べた。高利得状態における過剰雑音特性への暗電流の影響は小さく、良好な雑音特性が得られることを確認した。

[1] M. Lahrichi, et. al., Photonics Technol. Lett.,, 22, 1373 (2010).
[2] M. Nada, et. al., OFC Tu2D.1 (2016).
[3] R. J. McIntyre, et. al., Trans. Electron Devices 13, 164 (1966)

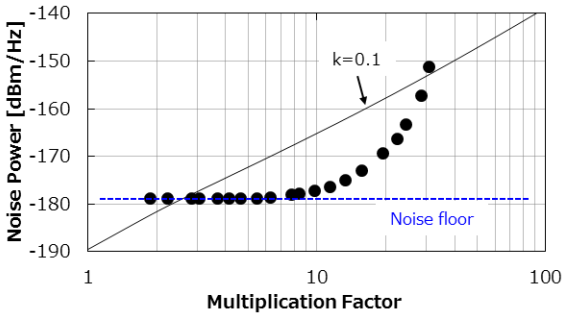

図 1： 暗電流の雑音測定

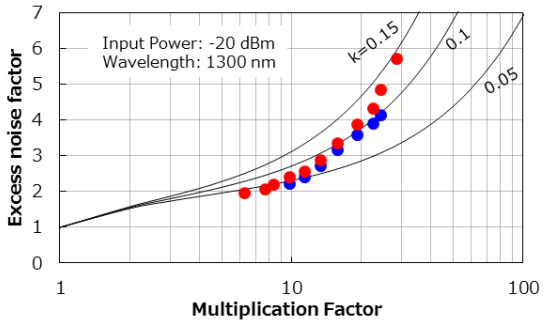

図 2：InAlAs-APD の過剰雑音特性