

窒化物半導体発光トランジスタの光出力周波数特性

Optical Response of Nitride-based Light-Emitting Transistors

日本電信電話株式会社、NTT 物性科学基礎研究所、[○]熊倉 一英、西中 淳一、山本 秀樹NTT Basic Research Labs., NTT Corporation, [○]K. Kumakura, J. Nishinaka, and H. Yamamoto

E-mail: kumakura.kazuhide@lab.ntt.co.jp

これまで我々は、高速変調可能な発光素子として有望である窒化物半導体発光トランジスタを作製してきた[1]。前回まで、光出力の高速変調を APD によって検出し、オシロスコープで波形観測した結果、入力した正弦波信号に対し、光出力の変調が 400 MHz 程度まで追従することを確認した[2]。今回は、ネットワークアナライザを用いて電気的および光出力特性の周波数依存性を検討した結果について報告する。

評価に用いた LET は、*Pnp* AlGaIn/InGaIn/GaN HBT である。層構造は、ECR 成膜 AlON 膜付サファイア基板上に有機金属気相成長法により直接成長した、GaN(2 μm)、*p*-AlGaIn/GaN 超格子サブコレクタ($\sim 4 \mu\text{m}$)、GaN コレクタ($\sim 900 \text{ nm}$)、組成傾斜 InGaIn(30 nm)、 n^+ -In_{0.04}Ga_{0.96}N ベース(50 nm)、*p*-AlGaIn(10 nm)および p^+ -AlGaIn/GaN 超格子(40 nm)エミッタである。LET のエミッタ面積は 20 μm $\times$ 20 μm である。電気的特性は高周波プローブを用いて測定し、LET 高速動作時の光出力は、基板側(素子裏面)に配置した遮断周波数 1GHz の APD によって検出し、プリアンプによって増幅している。

LET への入力信号には、2 dBm の RF パワーを用い、バイアスティーによって直流成分を重畳した。直流バイアスとして、コレクタエミッタ電圧 (V_{ce})およびベース電流 (I_b)、 $V_{ce} = -20 \text{ V}$ 、 $I_b = -200 \mu\text{A}$ を印加している。このバイアス条件において、トランジスタとしての LET の遮断周波数 (f_T)および最大発振周波数 (f_{MAX})は、 $f_T = 230 \text{ MHz}$ 、 $f_{MAX} = 360 \text{ MHz}$ であった。次に、LET の光出力応答の周波数依存性を示す (Fig. 1)。低周波側の光出力強度から -3dB となる周波数は、500 MHz であり、前回、任意波形発生器からの正弦波を入力信号とした場合の応答特性と、ほぼ同じ結果となった。また、トランジスタの RF 特性と比較しても同程度か優れた光出力応答を示すことが明らかとなった。これらの結果は、窒化物半導体 LET が高速変調できる発光素子として有望であることを示している。

[1] K. Kumakura *et al.* International Conference on Nitride Semiconductors 2013, ICNS-10, Washington, B8.01

[2] K. Kumakura *et al.* International Workshop on Nitride Semiconductors 2014, IWN 2014, Poland, WeBPLt5.

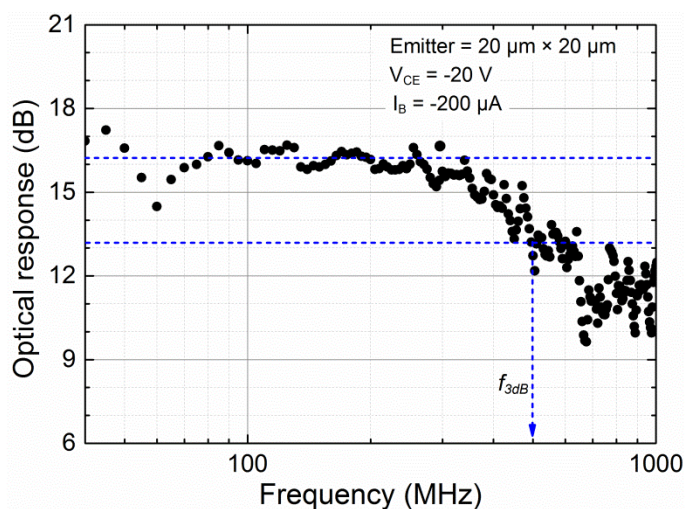


Fig. 1 Optical response of the LET.