18p-C5-7

窒化物半導体発光トランジスタの高速光出力変調

High-speed Optical Output Modulation 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、山本 秀樹

NTT Basic Research Labs., NTT Corporation, ○**Kazuhide Kumakura and Hideki Yamamoto**

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

これまで我々は、電気的な入力信号に対し、電気および光信号として出力可能な窒化物半導体発光トランジスタ(LET)を作製してきた[1]。この素子は、原理的に高速の光変調が可能であるため、トランジスタとしてだけでなく、高速の発光素子としても有望である。前回までに、10 MHz 程度の入力に対し、光出力が追従して変調することを報告した[2]。今回、電気出力の変調速度と同等（数百 MHz）の光出力変調が可能か検討した結果について報告する。

評価に用いた LET は、*Pnp* AlGaN/InGaN/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*-AlGaN/GaN 超格子サブコレクタ(~4 μm)、GaN コレクタ(~900 nm)、組成傾斜 InGaN(30 nm)、n^+-$In_{0.04}Ga_{0.96}N$ ベース(50 nm)、*p*-AlGaN (10 nm)および p^+-AlGaN/GaN 超格子(40 nm)エミッタである。電気的特性は高周波プローブを用いて測定し、LET 動作時の発光は、基板側（素子裏面）に配置した高速（遮断周波数 1GHz）の APD によって検出した。入出力信号は、オシロスコープにより観測した。

作製した LET のトランジスタとしての高周波特性の一例として、エミッタ面積が 20 μm × 20 μm の素子で、遮断周波数 (f_T)および最大発振周波数 (f_{MAX})は、f_T = 610 MHz、f_{MAX} = 370 MHz であった。光出力の変調特性は、十分な出力強度を得るため、エミッタ面積が 30 μm × 30 μm の素子を使用した。入力信号は、dc バイアスに周波数 50 MHz ~ 400 MHz の正弦波(V_{PP} = 1 V)を重畳したものである。LET への dc バイアスはエミッタ接地で、ベース電流 1 mA、コレクタ電圧 20 V である。Fig. 1 に、オシロスコープによって観測した (a) 入力信号（400 MHz）、(b) LET の電気出力信号、および (c) APD の出力（光出力）を示す。入力信号に対し、電気出力だけでなく、光出力も追従して変調していることが明らかとなった。この結果は、LET がトランジスタとしてだけでなく、高速変調できる発光素子としても有望であること示している。

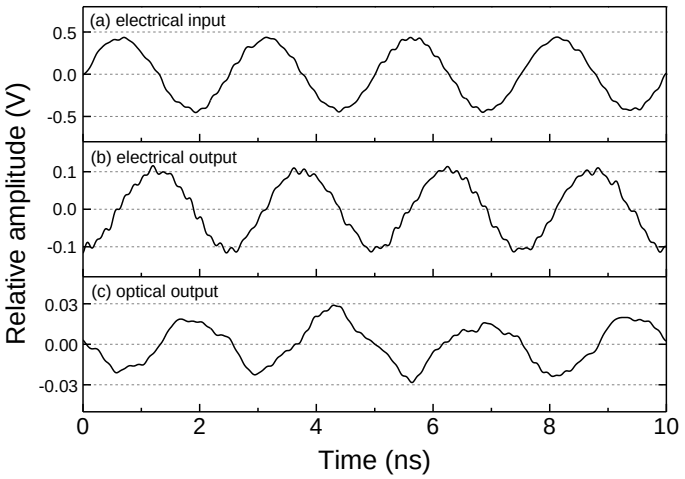

Fig. 1 Demonstration of the three-port operation of the LET biased in the common-emitter configuration.

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

[2] 熊倉 他、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 19p-B5-22.

© 2014 年　応用物理学会