InGaN 量子井戸を用いた青色発光トランジスタの電気的・光学的特性

Electrical and Optical Characteristics of Blue Light Emitting Transistors with an InGaN Single Quantum Well

°西中 淳一，熊倉 一英，山本 秀樹（NTT 物性科学基礎研究所）

°Junichi Nishinaka, Kazuhide Kumakura, Hideki Yamamoto (NTT Basic Research Laboratories)

E-mail: nishinaka.junichi@lab.ntt.co.jp

【はじめに】 発光トランジスタ(Light Emitting Transistor: LET)は，ヘテロ接合バイポーラトランジスタのベース層における輻射再結合を積極的に利用したデバイスであり，光出力を高速に変調することが可能である[1]．さらに，窒化物半導体を用いることで可視光の高速変調が可能となり，可視光通信への応用が期待される．これまでに，当グループではベース層にInGaNを用いたLETを作製し[2]，紫色発光の高速変調を実現している[3]．これに加えて，発光波長領域を拡大することができれば，可視光通信において波長多重による伝送容量の大容量化が可能となる．そこで今回は，青色領域で発光する LET を作製し，その電気的・光学的特性を調べたので報告する．

【試料作製方法】 試料は有機金属気相成長法により *c* 面サファイア基板上に AlON バッファ層を介して成長し，フォトリソグラフィ・ECR エッチング・電子ビーム蒸着によりデバイス加工を行った．エミッタ層に *p* 型 AlGaN/GaN 超格子 ($p = 2\times10^{19}$ cm^{-3})，ベース層に *n* 型 $In_{0.07}Ga_{0.93}N$ 50 nm ($n = 2\times10^{19}$ cm^{-3})，その中央，すなわちエミッタから 25 nm の位置に井戸幅 3 nm の $In_{0.16}Ga_{0.84}N$ 単一量子井戸(Single Quantum Well: SQW, $n = 2\times10^{19}$ cm^{-3})，コレクタ層にアンドープ GaN 500 nm，サブコレクタ層に *p* 型 AlGaN/GaN 超格子 ($p = 1\times10^{19}$ cm^{-3})を用いた．また，比較のため SQW の無いLETも作製した．エミッタ電極の面積はいずれも 30 μm×50 μm である．

【実験結果】 SQWを有するLETと，SQWの無いLETのエミッタ接地電流-電圧特性をそれぞれ Fig. 1(a), (b)に示す．ベース電流値は両者で同一である．SQW を有する場合には，電流利得は SQW 無しの場合の 1/10 以下になっている．これは，ベース層を走行する少数キャリアである正孔の大部分が SQW に捕獲され，輻射再結合に寄与するためコレクタに到達しないことを示唆している．次に，LET 動作時のエレクトロルミネッセンス(Electroluminescence: EL)スペクトルを Fig. 2 に示す．EL 強度は，測定時の CCD の露光時間で割って規格化している．SQW の無い場合には，$In_{0.07}Ga_{0.93}N$ ベース層からと思われる 392 nm の EL ピークのみが観測された．一方，$In_{0.16}Ga_{0.84}N$ SQW を有する場合には 460 nm にも EL ピークが観測された．このように，SQWを挿入することで発光波長制御が可能であり，青色LETを実現することができた．

【参考文献】 [1] M. Feng *et al.*, Appl. Phys. Lett. **84**, 151 (2004). [2] K. Kumakura *et al.*, SSDM2011, A-4-2 (2011). [3] K. Kumakura *et al.*, IWN2014, WeBPLt5 (2014).

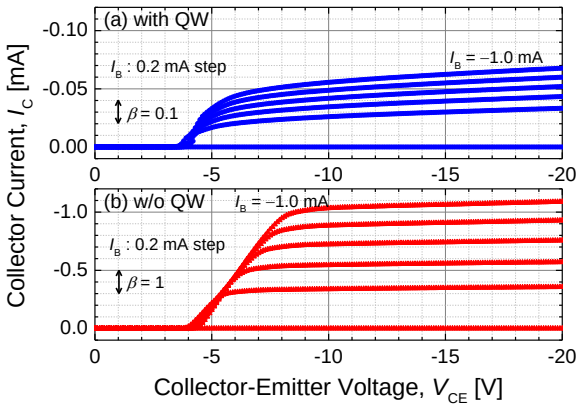

Fig. 1 Common-emitter I-V characteristics of the blue LETs (a) with and (b) without $In_{0.16}Ga_{0.84}N$ SQW.

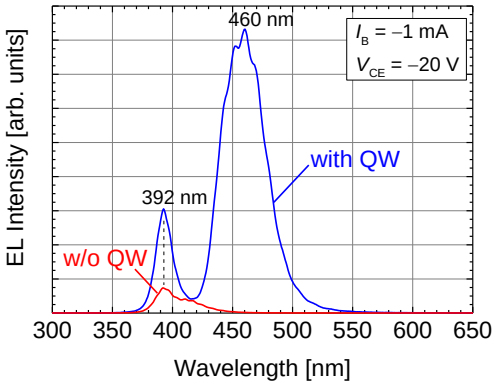

Fig. 2 EL spectra of the blue LETs with and without $In_{0.16}Ga_{0.84}N$ SQW at I_B = −1 mA and V_{CE} = −20 V. EL intensities are divided by the exposure time of CCD.

© 2015年 応用物理学会