19a-C6-8

GaN 系 2 量子井戸型量子カスケード構造からのテラヘルツ発光

Terahertz Emission from GaN based 2-QWs type Quantum Cascade Structure

理研　°寺嶋　亘，平山　秀樹

RIKEN,　°Wataru Terashima and Hideki Hirayama

E-mail: terashima@riken.jp

[はじめに]　巨大な縦光学フォノンエネルギーを有する GaN 系半導体はテラヘルツ帯量子カスケードレーザ(THz-QCL)の「発振周波数帯の拡張(5-12THz)」と「動作温度の高温化(室温動作)」の両方の課題を解決する材料として期待されている。これまでに GaN 系 QCL 構造の電流注入測定においてサブバンド間遷移(ISBT)を起源とする自然放出光(1.4-2.8THz)を観察することに成功している。しかし、これまで観察された発光周波数は本来目的とした周波数ではなく異なるサブバンド間からの発光遷移であった。これは、GaN 系量子カスケード(QC)構造が 1 周期当たり 4 つの量子井戸からなる比較的複雑な構造をとっており、本来縮退しているはずの波動関数が解けてしまったことによると考えられる。そこで本研究では狙ったサブバンド間[目的の周波数(>5THz)]からの発光を実現することを目的とし、準位数を最小限にした 2 つの量子井戸からなる構造でかつ対角遷移発光機構の構造を設計・作製し、その構造・光学特性を調べた。

[実験と結果]　Fig. 1 に設計した 2 量子井戸型 QC 構造のバンドプロファイルを示す。量子井戸に GaN、障壁層に $Al_{0.2}Ga_{0.8}N$ を用いた。発光準位は準位 3 と 2 とし、その周波数は 5.37THz であった。発光を介して準位 2 にきた電子は電子-電子散乱を通じて準位 1 に輸送され、準位 1 の電子は LO フォノン散乱によって準位 3'へ高速に引き抜かれる構造とした。この時大きな反転分布を得るため準位 1'からの電子が発光下位準位 2 に直接散乱されないよう極力波動関数の重なりを小さくした(対角遷移発光機構)。成長には RF-MBE 法を用いた。下地基板にはサファイア基板上の AlN/AlGaN テンプレートを用いた。その上に 100 周期の QC 構造を Si-AlGaN で挟んだ構造を作製した。Fig. 2 に温度 4.5K でパルス電流注入した時の QCL 構造からの発光スペクトルを示す。図に示すように、本来狙った周波数である 5.39THz をピークにもつ発光を観察することに成功した。

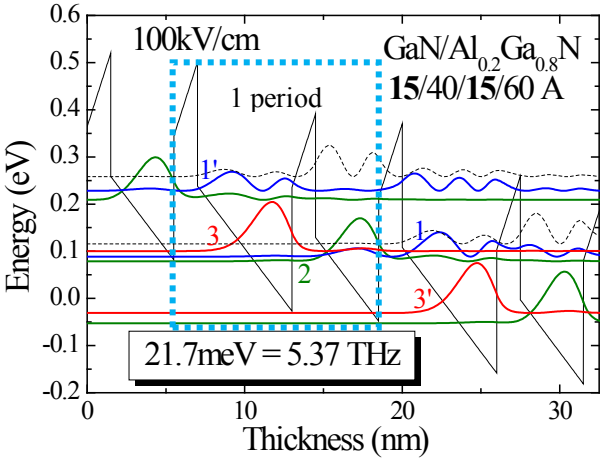


Fig. 1 Conduction band profile and wave functions for 2-QWs type GaN/AlGaN QC structure emitting at 5.37 THz under biased conditions at 100 kV/cm.

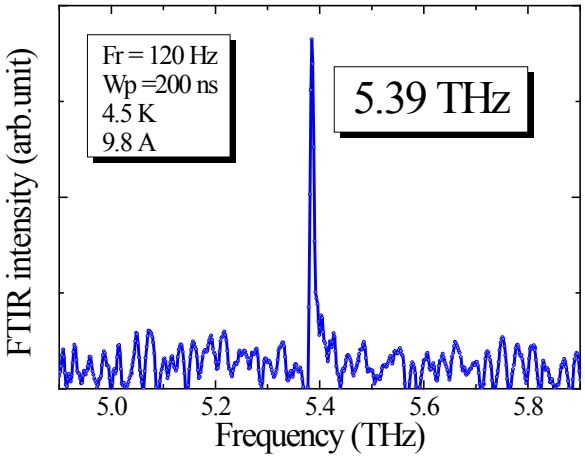


Fig. 2 Lasing spectrum measured under the conditions at the repeated frequency of 120 Hz, the pulse width of 200 ns, and the temperature of 4.5 K.

© 2014 年　応用物理学会