

遺伝的アルゴリズム (GA) と非平衡グリーン関数と組み合わせた量子カスケードレーザの発光層膜構造の適正化

Optimization of Active Layer in Quantum Cascade Laser using coupled simulation of Non-Equilibrium Green's Function and Genetic Algorithm (GA)

東京工科大学¹, 東芝² ○高木 茂行¹, 谷村 景貴¹, 角野 努², 橋本 玲², 金子 桂², 斎藤 真司²

Tokyo University of Technology¹, Toshiba Corp.², Shigeyuki Takagi¹, Hirotaka Tanimura¹, Tsutomu Kakuno², Rei Hashimoto², Kei Kaneko², and Shinji Saito²

E-mail: takagisgyk@stf.teu.ac.jp

1. はじめに

量子カスケードレーザ QCL は、赤外域から THz 領域までの光が得られる半導体レーザである。レーザの波長・効率、量子井戸を形成する Active layer の膜構造で決まり、その適正化が重要である。今回、非平衡グリーン関数を用いたシミュレータと遺伝的アルゴリズムを組合せ、膜構造を適正化したので報告する。

2. シミュレーション

Fig. 1 にシミュレーションの流れを示す。QCL のゲインと波長の計算には、非平衡グリーン関数を組み込んだ Nextnano.QCL を用いた。ゲインの最大化には、modeFRONTIER に組み込まれた遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic algorithm) の 1 つである NSGA-II を用いた¹⁾。

適正化した膜構造は、Fig. 2 に示すようにレーザ励起に関連する Injection barrier と Active layer である。Evans らが報告した膜厚を基準構造とし²⁾、各膜厚の変化範囲は ± 1.0 nm、膜厚の下限を 1.0 nm とした。各世代での集団数を 10 個体として 100 世代計算した。

3. 計算結果

Fig. 4 は、計算回数 (構造ケース数) とゲインとの計算結果を示している。計算回数とともにゲインが向上しており、GA により、ゲインが高くなるよう膜構造が適正化されていくことが示されている。Evans らの構造のゲインの計算結果 50.01 cm^{-1} に対し、1000 回計算後の構造ではゲインが 78.44 cm^{-1} に上昇しており、遺伝的アルゴリズムにより膜構造が適正化されている。GA と非平衡グリーン関数を組合せたシミュレーションにより、ゲインを高くする適正構造が得られることが示された。

謝辞: 本研究は、防衛装備庁安全保障技術研究推

進制度 JPJ004596 の支援を受けて実施した。

<参考文献>

- 1) K. Deb et al., IEEE Trans. Evol. Comput., **6**, 183 (2002).
- 2) A. Evans et al, Appl. Phys. Lett. **91**, 071101 (2007).

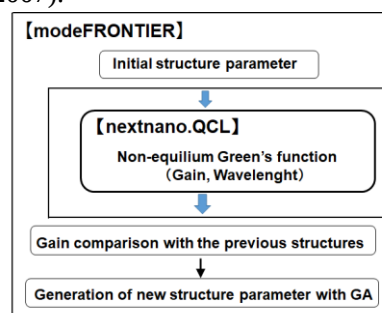


Fig.1 Simulation flow

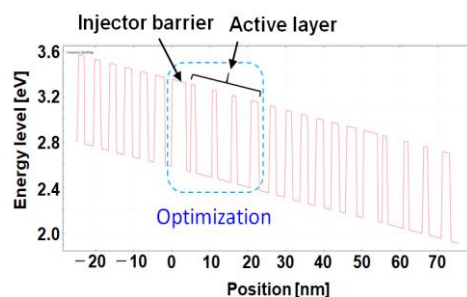


Fig.2 Band structure in QCL

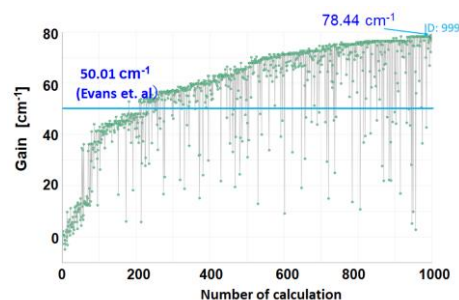


Fig.3 Simulation result