

極低しきい値半導体レーザの基礎研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-03-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Yamada, Minoru メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00057184

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



極低しきい値半導体レーザの基礎研究

(研究課題番号 62550282)

昭和63年度科学研究費補助金 (一般研究C) 研究成果報告書

平成元年3月



研究代表者 山田 実
(金沢大学工学部)

N
S
M

はしがき

半導体レーザは発振しきい値電流が低い程、高効率、低発熱、より安定な動作特性となる。本研究は、低しきい値化のために当該研究者が考案したポテンシャル制御構造半導体レーザについて、最適形状の理論解析や設計法の確立を目指したものであり、初期の目標はほぼ達成した。以下に、得られた結果の要点を示す。

1. ポテンシャル制御構造の最低しきい値電流

GaAs／AlGaAs系のポテンシャル制御構造では、井戸層数を单一とした場合で最も発振しきい値は低下する。形状の最適化すると、ストライプ幅3 μm で共振器長180 μm 、端面反射率33%ではしきい値電流0.96mAであり、共振器長17 μm 、端面反射率90%では、89 μA と、非常に低しきい値になることが理論的に示された。

2. 半導体材料や不純物原子の影響

ポテンシャル制御層の不純物については、結晶劣化などの異常現象が生じない限りアクセプタ原子を添加した方がよい事がわかった。但し、井戸層内や電磁界閉じ込め層に不純物を添加すると、自然放出や非発光再結合が増加するので、一般的には発振しきい値が増加する。また、オージェ効果などの非発光再結合が生ずる材料では、井戸層数を増加させて価電子帯の正孔数を制限した方がよい。

3. 動特性

発振しきい値電流を低下するためには、井戸層数を单一にした方がよいが、直接変調の帯域を広げるためには、多層にして電磁界と電子の相互作用面積を広げる方がよい事がわかった。

4. 温度特性

ポテンシャル制御構造は、高温においても通常のダブルヘテロ接合や量

子井戸構造よりも、低い発振しきい値電流を維持できる出来ることが示された。

5. 面発光レーザへの適用

ポテンシャル制御構造を面発光レーザに適用した。その結果、発振しきい値電流がダブルヘテロ接合構造の1/3以下に低減することが示された。

6. 設計方法の確立

レーザの形状や、材料混晶比を仮定して、発振しきい値電流を求めるまでの計算手順が確立された。ただし、計算量が非常に多いため、大型計算機を主流に用い、パーソナルコンピュータを補助的に用いる方法に留まり、パーソナルコンピュータのみによるCAD方式は完成しなかった。

7. 今後の展開

ポテンシャル制御構造の長所が理論的に明確になったので、今後は他研究機関との共同などにより、試作を行ないたい。

研究組織

研究代表者 山田 実 (金沢大学・工学部・教授)

研究分担者 桑村有司 (金沢大学・工学部・助手)

研究経費

昭和62年度 1,700千円

昭和63年度 300千円

計 2,000千円

研究発表

(ア)学会誌等

- 1) 山田実 「ポテンシャル制御構造による低しきい值化」、応用物理、第57巻、第5号、717-716頁、1988年5月
- 2) M. Yamada and K. Omi "Optimum Structure of a Potential Controlled Low Threshold Laser", Trans. IEICE, Vol. E71, No. 6, pp. 607-613, June 1988
- 3) M. Yamada, M. Gamo and Y. Nashida "Analysis of Threshold Current in GaAs-AlGaAs SCH Lasers -- Effect of the Impurity Atoms in Optical Guiding Layers and Energy Gap Profiles of These Layers on the Threshold Current Density -- ", Trans. IEICE, Vol. E71, No. 7, pp. 701-708, July 1988
- 4) M. Yamada, H. Nagano and K. Omi "Application of the Potential Control Structure to Surface Emitting Lasers", OPTOELECTRONICS -Devices and Technologies-, Vol. 3, No. 2, pp. 241-246, Dec. 1988

(イ)口頭発表

- 5) M. Yamada and K. Omi, "Extremely Low Threshold Current in a Potential Controlled Laser", 11th IEEE International Semiconductor Laser Conference, F-5, Boston, Aug. 30, 1988
- 6) 山田実、滝見慶一、「ポテンシャル制御式低しきい値レーザの最適形状」電子情報通信学会技術研究報告、OQE87-140, 1987年12月21日
- 7) 蒲生昌夫、山田実 「SCH構造レーザにおける光閉じ込め層の形状と発振しきい値電流の関係」第48回応用物理学会学術講演会、17p-ZR-13, 1987年10月
- 8) 滝見慶一、山田実 「ポテンシャル制御式低しきい値化半導体レーザの最適形状」第48回応用物理学会学術講演会、20p-ZQ-6, 1987年10月
- 9) 永野弘樹、山田実、滝見慶一「ポテンシャル制御構造の面発光レーザ

- への適用」第35回応用物理学関係連合講演会、30a-ZP-1、1988年3月
- 10)上谷雅浩、筏紀勝、山田実「半導体レーザの発振しきい値電流の決定法の考察」第49回応用物理学学術講演会、7a-ZC-4、1988年10月
- 11)原口嘉典、山田実「ポテンシャル制御構造レーザの温度特性の計算」
第36回応用物理学関係連合講演会、4a-ZC-1、1989年4月 (発表予定)