

電流注入による世界最短波長深紫外レーザー発振に成功 ヘルスケア、計測・解析センシングへの応用を拡大 ～ 名古屋大学 天野 浩 教授と旭化成の共同開発の成果 ～

名古屋大学未来材料・システム研究所の 天野 浩 教授らの研究グループは、旭化成株式会社と窒化アルミニウム (AlN) 基板を用いた深紫外 (UV-C)^{注1)} 半導体レーザーの共同研究を進めてきました。このたび室温パルス電流注入^{注2)} による 271.8nm という世界で最も短波長のレーザー発振に成功しました。

本研究の UV-C 半導体レーザーは、旭化成のグループ会社である Crystal IS 社が製造する AlN 基板を用いています。Crystal IS 社の AlN 基板は、2 インチでかつ 10^3 個/cm² レベルの低い欠陥密度が特長で、今回の UV-C レーザー発振に大きく寄与しています。

これまでの半導体レーザーは、発振波長 336nm にとどまっておられ、今回の結果は、世界に先駆けて UV-C 帯への短波長化の道を切り開きました。UV-C 波長帯の半導体レーザーが実現できれば、ガス分析などセンシングへの応用、局所殺菌、DNA や微粒子などの計測・解析といった、ヘルスケア・医療分野への応用が期待されます。

今後も名古屋大学と旭化成は共同研究をさらに発展させることにより、UV-C 半導体レーザーの室温連続発振^{注3)} と実用化を目指して開発を進めていきます。

なお、本研究成果は、2019 年 10 月 30 日付の Applied Physics Express オンライン版に掲載されました。

【ポイント】

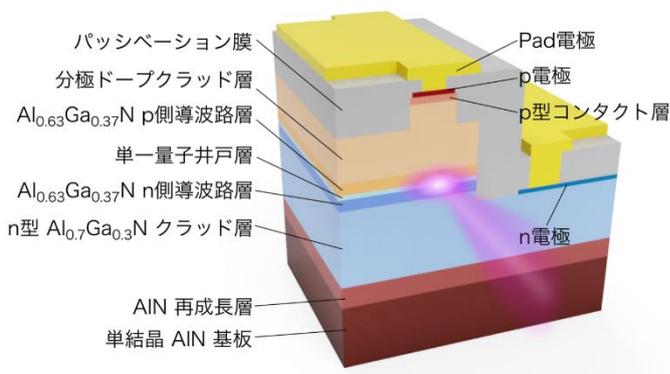
- ・室温パルス電流注入により世界最短波長 271.8nm のレーザー発振に成功
- ・今回の成功のキーポイント；
 - ①レーザーの光を閉じ込める層^{注4)} に特別な p 型層^{注5)} を用いて抵抗を下げたこと
 - ②欠陥の少ない AlN 基板を用い光散乱による損失を抑えたこと
 - ③旭化成での最先端の薄膜結晶成長技術と名古屋大学での卓越したプロセス技術・評価技術を融合させたこと
- ・今後、室温連続発振に向けて研究を加速し、実用化を目指す

【研究背景と内容】

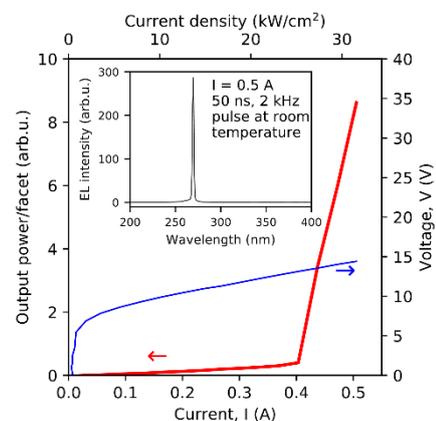
UV-C 波長帯の半導体レーザーが実現できれば、ガス分析などセンシングへの応用、局所殺菌、DNA や微粒子などの計測・解析といった、ヘルスケア・医療分野への応用が期待されます。一方、紫外線領域の電流注入レーザー発振は、材料の抵抗が非常に高いことなどから困難であり、これまで発振波長 336nm にとどまっていた。

今回の研究では、①レーザーの光を閉じ込める層に特別な p 型層を用いて抵抗を下げ、②欠陥の少ない AlN 基板を用い光散乱による損失を抑えたこと、および③旭化成での最先端の薄膜結晶成長技術と名古屋大学 C-TEFs（エネルギー変換エレクトロニクス研究館）での卓越したプロセス技術・評価技術の融合により室温パルス電流注入による 271.8nm のレーザー発振に成功しました。

【UV-C 半導体レーザー素子の断面構造とレーザー特性】



(a) レーザー素子の断面構造図



(b) 電流－電圧特性および電流－発光特性

【成果の意義】

今回の結果は、世界に先駆けて UV-C 帯への短波長化の道を切り開きました。この研究成果は、高出力化が切望されていた深紫外線固体光源^{注6)} の切り札となり得るものです。今後、名古屋大学と旭化成は共同研究をさらに発展させ、室温連続発振を達成し、UV-C 半導体レーザーの実用化を目指して開発を進めていきます。

【用語説明】

注1) 深紫外(UV-C) ; 波長 280nm 未満の紫外光。

注2) 室温パルス電流注入 ; 室温で素子にパルス状の電流を通電し動作させる手法。

注3) 室温連続発振 ; 室温で直流電流を通電し、レーザー発振させる手法。

注4) 光を閉じ込める層 ; 半導体レーザーにおいて、発光層に光を集中させるために発光層を挟む形で設ける層。深紫外レーザーの場合、抵抗の高い材料を用いる必要があり、素子抵抗増大の原因となる。

注5) p型層 ; 電流を運ぶキャリア (担体) が正孔 (ホール) である半導体層。

注6) 固体光源 ; ランプなどの光源と異なり、半導体の p/n 接合による発光現象を用いた光源。

【論文情報】

雑誌名 : Applied Physics Express

論文タイトル : A 271.8 nm deep-ultraviolet laser diode for room temperature operation

著者 : Ziyi Zhang^{1,3}, Maki Kushimoto², Tadayoshi Sakai², Naoharu

Sugiyama³, Leo J. Schowalter^{3,4}, Chiaki Sasaoka³, and Hiroshi Amano³

1) Innovative Devices R&D Center, Corporate Research & Development, Asahi Kasei Corporation, Fuji, Shizuoka 416-8501, Japan

2) Graduate School of Engineering, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Aichi 464- 8603, Japan

3) Center for Integrated Research of Future Electronics, Institute of Materials Research and System for Sustainability, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Aichi 464-8601, Japan

4) Crystal IS, 70 Cohoes Avenue, Green Island, NY 12183, U. S. A.

DOI: [10.7567/1882-0786/ab50e0](https://doi.org/10.7567/1882-0786/ab50e0)

<参考>

【Crystal IS 社 概要】

設 立 : 1997 年 (Rensselaer Polytechnic Institute からのスピンオフ)

所在地 : 米国ニューヨーク州

CEO : Larry Felton

事業内容 : AlN 基板を用いた深紫外 LED の開発、製造・販売

Crystal IS 社のウェブサイト: <http://www.cisuvc.com/>