

GaN 系フォトニック結晶レーザーを用いた水中 3 次元 ToF-LiDAR

GaN-PCSEL-based 3D ToF-LiDAR for ranging in water

京大工¹, スタンレー電気² ○小川健志¹, De Zoysa Menaka¹, 十鳥雅弘¹, 江本溪^{2,1},
小泉朋朗^{2,1}, 井上卓也¹, 石崎賢司¹, 野田進¹

Kyoto Univ.¹, Stanley Electric CO., LTD.², ○Kenji Ogawa¹, Menaka De Zoysa¹, Masahiro Jutori¹,
Kei Emoto^{1,2}, Tomoaki Koizumi^{1,2}, Takuya Inoue¹, Kenji Ishizaki¹, Susumu Noda¹

E-mail: ogawa@nano.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

【序論】フォトニック結晶レーザー (PCSEL) は、活性層近傍に設けた 2 次元フォトニック結晶の特異点 (Γ 点等) における共振器効果を利用した大面積コヒーレント発振可能な面発光レーザーであり¹⁾, 加工用レーザー光源や、センシング用光源等として期待されている。我々は, PCSEL の材料系の 1 つとして GaN を採用し, 青色帯域の PCSEL の開発に取り組んできた²⁻⁵⁾. GaN 系 PCSEL において, 2008 年に電流注入によるレーザー発振を実証して以来²⁾, デバイス作製技術と構造設計の深化を進め, 高ビーム品質・高出力パルス動作^{3,4)}, CW 動作への展開等^{4,5)}を行ってきた。今回は, 新たな展開として, 水の吸収の少ない青色帯域の GaN 系 PCSEL を活用し, 投光レンズフリーの水中 3 次元 ToF-LiDAR に関する検討を行ったので報告する。

【実験】まず, ToF-LiDAR 計測のための短パルス駆動のために, GaN 系 PCSEL を低容量システムに実装したところ, 図 1 のような電流-光出力特性が得られた。同図より, 10A の注入電流において, $\sim 4.5\text{W}$ の高出力が得られていることが分かる。また, この時の遠視野像も同図に示しており, 広がり角 0.1° 未満の狭発散角のビームが実現出来ていることも分かる。次に, このような特性を有する GaN 系 PCSEL を用いて, 水中での ToF-計測を試みた。そのために用意した実験系の模式図を図 2(a)に示す。本系において, GaN 系 PCSEL からの狭発散角ビームをレンズフリーで投光し, 水中に設けた物体 (魚の模型と後部スクリーン) に対して, ガルバノミラーを用いて 2 次元的にビーム走査が行えるようにした。各走査点において, 物体からの反射光をアバランシェフォトダイオード (APD) で受光・計測し, 自動的に ToF の換算が出来るようにした。水中に設けた魚の模型 (体長 $\sim 8\text{cm}$) やスクリーン等の様子を図 2(b)に示す。同図のスクリーンは, 魚の模型より 30cm ほど後方に設置されている。GaN 系 PCSEL ビームを照射しながら, 2 次元走査を行い, 魚の模型近傍の測距を行った結果, 図 2(c)に示すように, 魚の模型とスクリーンの距離が, 正しく測定出来ていることが分かった。詳細は当日報告する。【謝辞】本研究の一部は, 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) および JST-CREST (JP MJCR17N3) のもとで行われた。【文献】1) S.Noda, et al, IEEE JST-QE, 23, 4900107 (2017). 2) H. Matsubara *et al.*, Science **319**, 445 (2008). 3) 江本 他, 応物春, 11p-W631-17 (2019). 4) K. Emoto, *et al*, Comms. Materials **3**, 72 (2022). 5) 十鳥 他, 応物秋, 21p-A101-7 (2022).

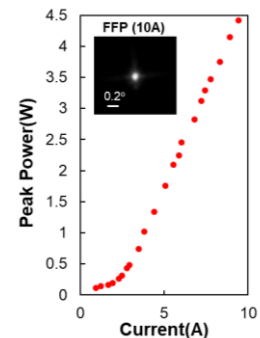


Fig.1 Light output characteristic of GaN-PCSEL at pulse operation. FFP at 10A is also shown.

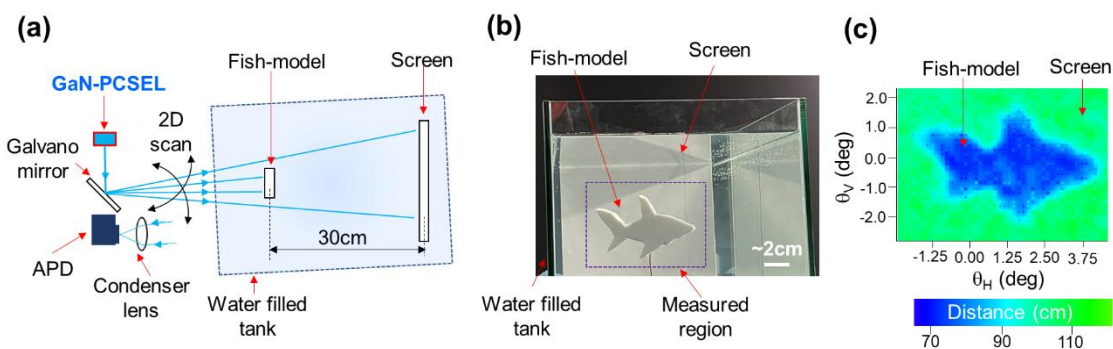


Fig.2 (a): Schematic diagram of GaN-PCSEL based 3D LiDAR experiment setup used for ranging in water. (b): Photograph of the experiments showing the existence of fish model and screen. (c): Measured 3D distance image of objects in the water.