

窒化物半導体レーザで励起するパラメトリック RGB 光源

Parametric RGB light sources pumped by GaN laser diode

物質・材料研究機構(NIMS)¹, 京都大学大学院工学研究科²

○栗村 直¹, Lim Hwan Hong^{1*}, 竹内 繁樹²

NIMS¹, Department of Electronic Science and Engineering, Kyoto Univ.²

°Sunao Kurimura¹, Hwan Hong Lim¹, Shigeki Takeuchi²

E-mail: kurimura.sunao@nims.go.jp

*現所属：分子科学研究所

天野先生らのノーベル賞受賞を機に窒化物半導体レーザ (LD) の研究は加速度を増している。GaN 系 LD を励起光源とするパラメトリック RGB 光源が実現できれば、レーザーディスプレイ、レーザー照明など GaN LD の応用範囲が格段に広がる。本講演では GaN LD と非線形パラメトリックデバイスによる波長変換光源の可能性を探る (図 1)。

一般に非線形光学過程はさまざまな波長への変換が可能であるが、CW レーザーではその効率が低いとされ、ピークパワーの高い Q スイッチレーザーやモードロックレーザーが主な励起源とされてきた。ピークパワーが低い半導体レーザでは、非線形パラメトリックデバイスに高い効率が要求される。他方非線形光学デバイスは分極反転による擬似位相整合(QPM)が登場し桁違いに効率が向上した^[1]。また導波路など高い光閉じ込め技術が発展し CW レーザーでも高い効率が実証されている^{[2][3]}。そこで新たに GaN LD 励起を想定してスラブ導波路構造をもつ QPM 波長変換デバイスを試作した。QPM では分極反転周期で発生波長を選択できるため、GaN LD の最大ゲイン波長 405 nm から多彩な波長でコヒーレント光が得られる。コアに用いる分極反転非線形材料は励起光 405 nm で吸収の小さい Mg 添加定比組成タンタル酸リチウム(Mg:SLT)を選択した。SiO₂ を Mg:SLT コアの下部クラッド層とし無添加ニオブ酸リチウム基板に接着した後、Mg:SLT コアを厚さ 3-4 μm に研磨した。Mg:SLT コア上にパターン電極を形成して高電界を印加し分極反転構造を作製した。高精度に分極反転を制御するために JST の CREST で開発されたナノ微細電極による分極反転技術を適用した。ナノ微細電極では高い精度で連続的に周期に変調をかけうるため発生するスペクトル形状の滑らかな変調が可能になり^[4]、レーザーディスプレイに適した低スペックル光源が期待される^[5]。

作製した Mg:SLT スラブ導波路(導波路厚 3.5 μm)にシングルモード GaN LD 光(波長 404.7 nm)をシリンドリカルレンズにて結合し、光パラメトリック発生による可視 RGB 光発生を確認した。RGB それぞれの波長に対して位相整合に必要な分極反転周期は R 3.49 μm, G 4.21 μm, B 6.25 μm であった。RGB 光は励起光と分離した後シグナル光として取り出しスペクトルの評価を行った。波長変換デバイスの温度を変化させて発生スペクトルを測定したのが図 2 (a)である。温度上昇に伴い発生波長が短波長化することがわかる。また導波路厚 3.5 μm に対する実効屈折率から位相整合温度と波長を計算したのが図 2 (b)である。実験値と計算値がよく一致しており、ほぼ設計どおりのシグナル波長が実現できていることがわかる。今後の帯域拡大に期待が持てる。本研究の一部は JST 戦略的創造研究推進事業の支援を受けており、感謝致します。

References

- [1] 栗村直, オプトロニクス **31**(2012) 106.
- [2] S. Kurimura et al., Appl. Phys. Lett. **89** (2006) 191123.
- [3] R. Koh, S. Kurimura et al., Opt. Exp. **19** (2011) 11867.
- [4] A. Tanaka, S. Kurimura, S. Takeuchi et al., Opt. Exp. **20** (2012) 25228.
- [5] H. Murata et al., Opt. Rev. **21** (2014) 79.

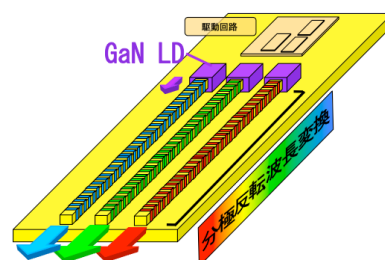


Fig.1 Future goal of integrated QPM RGB light sources pumped by GaN LD

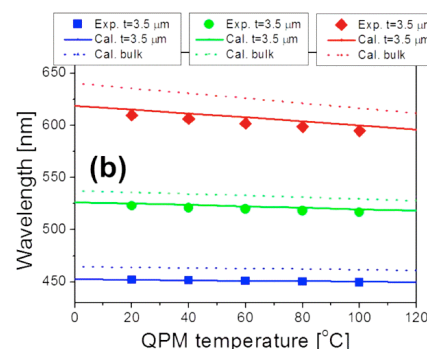
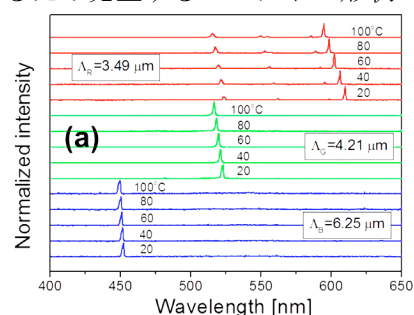


Fig.2 Emission wavelengths of QPM RGB slab waveguides pumped by GaN LD