

GaN 横型擬位相整合第二高調波発生デバイスの効率評価

Efficiency Evaluation of GaN Transverse Quasi-Phase-Matched

Second Harmonic Generation Device

阪大院工¹, 阪大電顕センター² ○横山 尚生¹, 村田 知駿¹, 本田 啓人¹,

市川 修平^{1,2}, 藤原 康文¹, 上向井 正裕¹, 谷川 智之¹, 片山 竜二¹

Osaka Univ.¹, Research Center for UHVEM² ○Naoki Yokoyama¹, Tomotaka Murata¹,

Hiroto Honda¹, Shuhei Ichikawa^{1,2}, Yasufumi Fujiwara¹,

Masahiro Uemukai¹, Tomoyuki Tanikawa¹ and Ryuji Katayama¹

E-mail: yokoyama.n@qoe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

窒化物半導体は強い光学非線形性を示し強励起可能であるため、高効率な波長変換デバイスへの応用が期待されている。我々はこれまでに、窒化物半導体の極性を反転して積層した横型擬位相整合 (T-QPM) 導波路構造によって、青色第二高調波発生 (SHG) の実証に成功した [1, 2]。しかし、これらの導波路は断面積が $1.0 \times 0.4 \mu\text{m}^2$ 程度と微小であり、端面結合によるレーザ光入射が困難であるため、SH 光パワーの測定が出来ず、効率評価には至らなかった。開口の大きな入力グレーティング結合器 (GC) を集積することで、レーザ光の位置合わせが格段に容易となる [3]。我々は GC 集積 GaN T-QPM SHG デバイスを作製し、励起光源に Ti:Al₂O₃ 短パルスレーザを用いて青色 SHG を実証し、規格化変換効率を見積もった [4]。本研究では、規格化変換効率の理論値と実測値の差について考察を行った。

GC 集積 GaN T-QPM SHG デバイスは入力 GC とスラブ導波路、T-QPM チャンネル導波路で構成される (Fig. 1)。GC に照射されたレーザ光は収束円筒波に波面変換され、チャンネル導波路に結合して SH 波に波長変換される。幅 $1.1 \mu\text{m}$ のチャンネル導波路の膜厚は 480 nm であり、基本波 TM₀₀ モード (波長 853.0 nm) と SH 波 TM₀₂ モード (波長 426.5 nm) の間でモード分散位相整合条件が満たされる。中心波長 877.0 nm (FWHM 13 nm) の基本波を入射角 34.8° で GC に照射したとき、SH 波が目視で観測された。導波路出射端面からの SH 光を分光器で測定したところ、SH 波のピーク波長は 438.3 nm (FWHM 3 nm) であった。位相整合波長の計算値と実測値の差の要因として自己位相変調による屈折率変調が挙げられる。次に、導波路損失からチャンネル導波路に入力された基本波パワーを見積もり、波長変換効率を評価した。基本波パワーが 0.47 mW 以下のとき波長変換効率は基本波パワーに比例し、 3 mm のチャンネル導波路に対して、規格化変換効率は 4.6W^{-1} と見積もられた (Fig. 2)。CW 励起における理論値は 27W^{-1} である。損失の要因として基本波と SH 波の群速度の不一致や基本波スペクトルの線幅の広さが挙げられる。基本波の伝搬距離が 1.7 mm 以上のとき、基本波と SH 波のパルス間でのウォークオフにより非線形結合係数が低下する。基本波パワーが 0.47 mW より大きいとき、チャンネル導波路入射端近傍において多光子吸収による屈折率変化が生じ、基本波スペクトルのピーク波長が 1.5 nm シフトした (Fig. 3)。当日はウォークオフによる非線形結合係数の低下について議論し効率の理論値と実測値の差について考察する。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP17H01063, JP17H05335, JP19H02631 の助成を受けた。試料は株式会社東芝 彦坂年輝氏、布上真也氏よりご提供いただいた。

[1] 山内他, 応物秋季講演会, 19p-E310-14 (2019).

[2] 小松他, 応物春季講演会, 13a-A302-6 (2020).

[3] Y. Morioka, *et al.*, SemiconNano, P-22 (2019).

[4] 横山他, 応物秋季講演会, 10a-Z02-2 (2020).

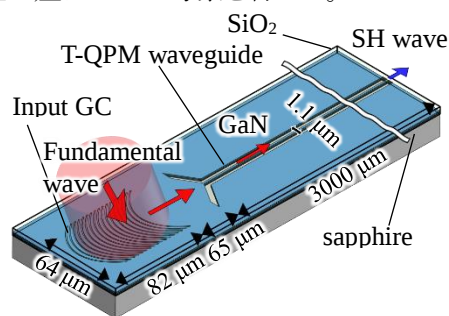


Fig. 1 GaN T-QPM SHG device with input GC.

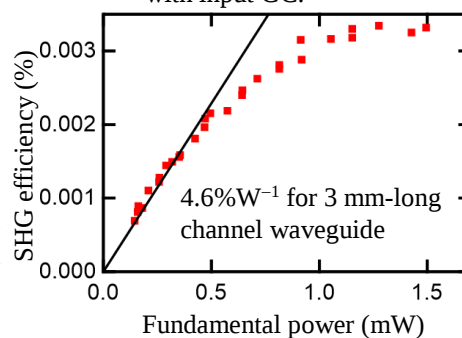


Fig. 2 Dependence of SHG efficiency on fundamental power.

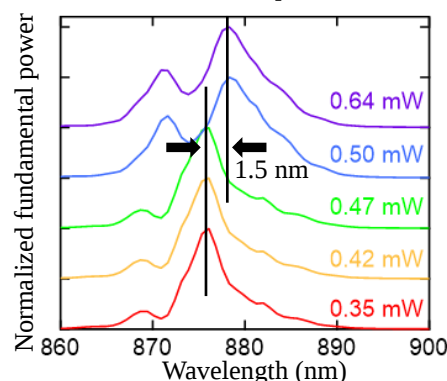


Fig. 3 Fundamental wave spectrum changes due to multiphoton absorption.