

低閾値光パラメトリック発振をめざす ブラッググレーティング付接着リッジ導波路

Adhered-ridge waveguide with BGs structure for low threshold OPO

物材機構¹, 早大先進理工²

○堀川 聡志^{1,2}, 樋田 拓也^{1,2*}, 清水 正樹^{1,2}, 岡田 大地^{1,2}, 栗村 直^{1,2}, 中島 啓幾²

NIMS¹, Waseda Univ.²

°S. Horikawa^{1,2}, T. Utsugida^{1,2*}, M. Shimizu^{1,2}, T. Okada^{1,2}, S. Kurimura¹, H. Nakajima²

E-mail: sh51jj@moegi.waseda.jp

*現所属：スタンレー電気

近年、高出力かつ広帯域波長可変の近・中赤外レーザの実現は、ガス検知等のリモートセンシング、環境計測、光通信システムなど、多くの分野での応用が期待されている。このような光源を実現する手段として、固体レーザや半導体レーザなどを励起光源とした光パラメトリック発振器 (OPO: Optical Parametric Oscillator) が注目されている。式(1)は OPO の発振閾値を表しており^[1]、高い規格化変換効率 η_{norm} をもつ波長変換デバイスを用いることで、より低い閾値での発振が可能である。本研究においては、CW 光でも極めて高い SHG 波長変換効率 (4600%/W) で知られる^{[2] [3]}、擬似位相整合接着リッジ導波路 (QPM-ARW) に光反射構造を作り込むことで、共振構造を持つ低閾値光パラメトリック発振素子の作製を検討している。先行研究における QPM-ARW デバイスの利得測定において、ポンプ光強度 330 mW で 14.2 dB (2600%) の単行利得を観測している^[4]。そこで今回は分極反転構造をもたない ARW にブラッググレーティング (Bragg Gratings : BGs) 構造を作製し、共振特性を確認したので報告する。

ブラッググレーティングは高さ 3.3 μm のリッジ上面に段差構造を形成して構成する。波長 1572 nm を共振波長に設定し、周期 370 nm、幅 180 nm、高さ 300 nm の段差構造を共振ピークの間隔が 20 nm になるよう共振器長 28.7 μm にて設計した。BGs 構造は反射率が射出端で 50% となるよう設計した。Fig.1 に作製工程を示す。ARW デバイスの導波路上に 200 nm の Cr 膜を蒸着し、その上に電子ビーム描画によって周期的なレジストパターンを形成した。レジストをマスクとして Cr を、Cr をマスクとして LN をエッチングし、導波路上に BGs 構造を作製した。Fig.2 は、上面に BGs 構造をもつ導波路の SEM 画像である。

波長可変半導体レーザを用いて共振特性を確認した。Fig.3 は BGs 構造を施した導波路から得られた光強度の波長依存性のデータである。BGs 構造を持たない導波路から得られたデータで規格化されている (導波路幅 10 μm)。発振ピークの波長依存性に関して、自由スペクトル領域で理論通りの結果を得ることができた。今後は分極反転構造を施した QPM-ARW デバイスに実装することで、共振構造を持つ低閾値光パラメトリック発振器に移行していく。

References

- [1] G. P. Bava et al., Opt. Lett., **23** (1987) 42.
- [2] S. Kurimura et al., Appl. Phys. Lett., **89** (2006) 191123.
- [3] R. Kou et al., Opt. Express, **19** (2011) 11867.
- [4] Y. Muranaka et al., in Proceedings of JSAP 2012, 12p-C5-1.

$$P_{th} = \frac{1}{r\eta_{\text{norm}}} \left[\frac{\alpha_p}{1 - \exp(-\alpha_p L)} \ln(Q + \sqrt{Q^2 - 1}) \right]^2 \quad (1)$$

$$Q = \frac{1 + R_s R_t \exp(-4\alpha_s L)}{(R_s + R_t) \exp(-2\alpha_s L)}$$

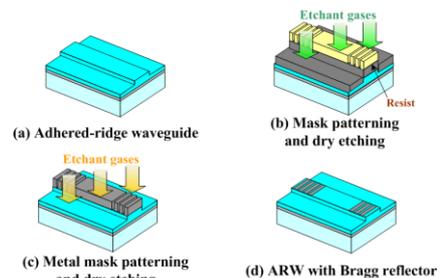


Fig.1 Fabricating process

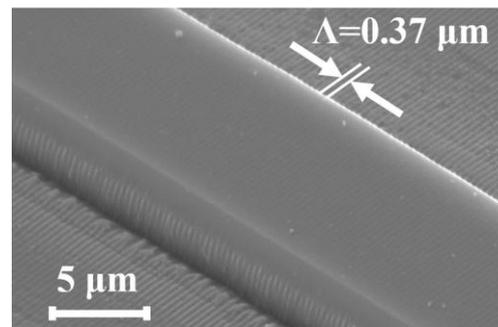


Fig.2 SEM figure of BGs structure

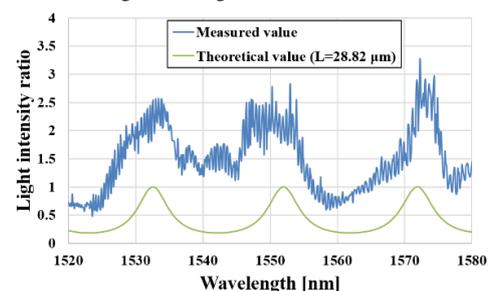


Fig.3 Resonance characteristic