

## 720 nm 周期 QPM 接着リッジ導波路による 逆結合第二高調波発生

### Backward second harmonic generation

using a QPM adhered-ridge waveguide with 720 nm periodic domains

物材機構<sup>1</sup>, 早大先進理工<sup>2</sup>

○清水 正樹<sup>1,2</sup>, 檀田 拓也<sup>1,2</sup>, 堀川 聡志<sup>1,2</sup>, 藤井 一史<sup>1</sup>, 栗村 直<sup>1,2</sup>, 中島 啓幾<sup>2</sup>

NIMS<sup>1</sup>, Waseda Univ.<sup>2</sup>

○M. Shimizu<sup>1,2</sup>, T. Utsugida<sup>1,2</sup>, S. Horikawa<sup>1,2</sup>, K. Fujii<sup>1</sup>, S. Kurimura<sup>1</sup>, H. Nakajima<sup>2</sup>

E-mail: shimizu.masaki@akane.waseda.jp

非線形光学材料に分極反転を施すことで波長変換光の位相制御が可能になる。これを利用した擬似位相整合はその周期を適切に選択することで、進行方向のみならず垂直方向や逆方向でも建設的な干渉を可能にする(Fig.1)。ただし発生する波数ベクトルの方向を自在に制御するためには極めて微細な周期反転構造が要求され、従来は制御が困難であった。KTPにおいて周期 800 nm の反転構造が報告されピコ秒レーザーによる逆結合 OPO が実現されているのみである<sup>[1]</sup>。順結合と逆結合 SHG (Backward SHG : BSHG) の分極反転周期は式(1), (2)のように求められ、BSHG デバイスでは順結合 SHG デバイスと比べて分極反転周期が二桁程度短くなることがわかる。従来の通信波長帯における順結合 SHG デバイスの分極反転周期  $\Lambda$  が 16-20  $\mu\text{m}$  程度であるのに対して、BSHG デバイスでは 0.1-0.2  $\mu\text{m}$  周期が必要となる。このため BSHG は 16 次 QPM などと報告されている<sup>[2]</sup>。他方、擬似位相整合接着リッジ導波路(QPM-ARW)は極めて高い波長変換効率(4600%/W)で知られ<sup>[3] [4]</sup>、CW 光でも高い SHG 効率を示す。そこで CW 光による BSHG を目指して ARW において、サブミクロン分極反転を試みた。波長 1560 nm を基本波として 1 次 QPM 周期をビーム伝搬法(BPM)によって計算したところ周期は 180 nm であった。本研究では 720 nm 周期となる 4 次 QPM デバイスに挑戦した。

デバイスの作製工程について述べる。Mg:LN 上に電子ビーム描画によって周期的な Al 電極構造を形成した。分極反転は真空チャンバー内で電界印加法を用いて行った。電極幅が 120 nm と極小であることから、絶縁破壊対策として低印加電界 2.25 kV/mm を選択した。一方、核生成密度を確保するため通常より高い 150°C で印加した<sup>[5]</sup>。Fig.2 は、分極反転後に HF エッチングした反転構造の SEM 画像であり、反転比は 18% となった。最後に、フォトリソグラフィとドライエッチングを用いて、高さ 3  $\mu\text{m}$  のリッジ型導波路を作製した。

Fig.3 は 6.4 mm 長デバイスにおける BSHG 効率の波長依存性を示している(導波路幅 6.5  $\mu\text{m}$ )。基本波波長 1560.2 nm、基本波パワー 3.06 mW において、SH 波長 780.1 nm、SH パワー 0.15  $\mu\text{W}$ 、BSHG 規格化変換効率 1.6%/W を得た。CW 光での BSHG の観測に成功したのは我々の知る限り初めてである。ドメインの横広がりを考慮するとより微細な構造(低次 QPM)の作製が可能であり、今後さらなる変換効率の向上が見込まれる。

### References

- [1] C. Canalias et al., Nature Photonics, **1** (2007) 459.
- [2] X.Gu et al., J. Opt. Soc. Am. B, **15** (1998) 1561.
- [3] S. Kurimura et al., Appl. Phys. Lett., **89** (2006) 191123.
- [4] R. Kou et al., Opt. Express, **19** (2011) 11867.
- [5] H. Ishizuki et al., Appl. Phys. Lett., **82** (2003) 4062.

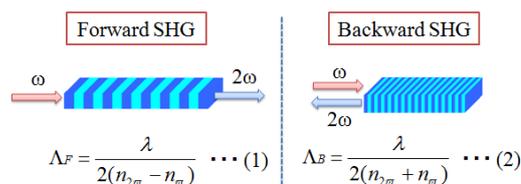


Fig.1 Comparison between forward SHG and backward SHG

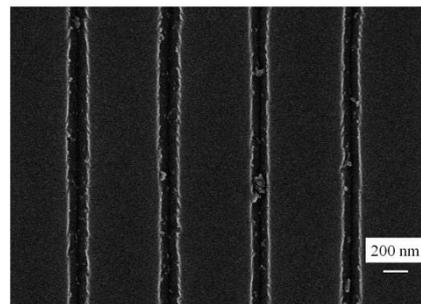


Fig.2 SEM image of PP Mg:LN structure

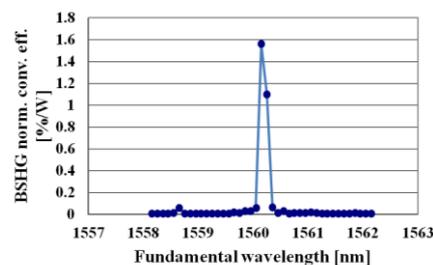


Fig.3 Wavelength dependence of BSHG normalized conversion efficiency