

単共鳴共振器型 PPLN 導波路による高効率光波長変換

Efficient optical frequency conversion by a singly-resonant PPLN waveguide

阪大基礎工¹, 阪大 QIQB²

○ 生田力三^{1,2}, 小林俊輝^{1,2}, 山崎友裕¹, 井元信之², 山本俊^{1,2}

Grad. Sch. Eng. Sci., Osaka Univ.¹, QIQB, Osaka Univ.²

○ Rikizo Ikuta^{1,2}, Toshiki Kobayashi^{1,2}, Tomohiro Yamazaki¹,

Nobuyuki Imoto², Takashi Yamamoto^{1,2}

E-mail: ikuta@mp.es.osaka-u.ac.jp

光周波数変換は、物質からの直接発生が難しい周波数域のレーザー発生や異なる周波数応答性を持つ物理系間での情報のやりとりなど様々な場面で活躍している。また最近では、量子光学や量子情報処理の分野で単一光子のもつ量子情報を壊さない周波数変換器 [1] の実験研究も盛んに行われており [2, 3]、その高効率化は重要な課題である。周波数変換は通常非線形光学効果である和・差周波過程を利用して行われ、その変換効率は入力光および励起光の強度に依存する。周波数変換の高効率化の常套手段として非線形光学素子を光共振器内に配置する方法があるが、共振器による光閉じ込めは共振器内部の光強度を増強する一方で許容する光周波数帯域を厳しく制限してしまう。今回我々は、様々な帯域の入力光に対応できるように、励起光のみを閉じ込める単共鳴型の共振器を用いて周波数変換の高効率化を行なった。導波路型の非線形光学結晶に直接ミラーコートをしたモノリシックな変換装置を用いることで、バルク結晶と外部共振器から成る変換装置に比べてより低い光損失で高い光閉じ込めの実現を目指した。

実験では非線形光学結晶として 20 mm 長の分極反転構造型ニオブ酸リチウム (PPLN) 導波路を用いた。PPLN は、入力信号光の波長を 780 nm、励起光の波長を 1600 nm として、差周波過程によって 1522 nm の変換光を最大効率で得られるように擬似位相整合している。導波路両端への誘電体多層膜により、1600 nm 付近に対して高反射コート (~99 %) を施し、780 nm と 1522 nm 付近に対しては無反射コートを施した [4]。共振器の性能評価をしたところ、1600 nm の波長に対して半値全幅が 30 MHz、Q 値が 6×10^6 程度と見積もられた。この共振器を用いて、図のような実験配置で位相整合幅より十分狭線幅な 780 nm の連続光の周波数変換実験を行なったところ、共振器がない場合に最大変換効率を与える励起光パワーが約 650 mW [3] であったのに対して、今回は ~100 mW で最大変換効率を達成し、励起光閉じ込めによる変換効率の増強効果を確認した。

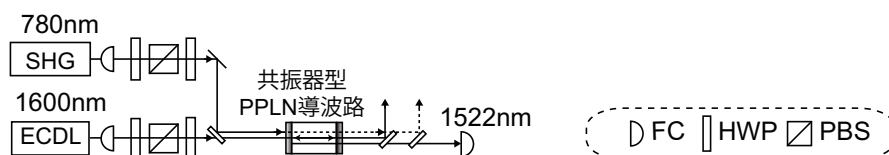


図 1: 実験配置図。

[1] P. Kumar, Optics Letters **15**, 1476 (1990).

[2] S. Tanzilli *et al.*, Nature **437**, 116 (2005).

[3] R. Ikuta *et al.*, Nature Communications **2**, 1544 (2011).

[4] R. Ikuta, M. Asano, R. Tani, T. Yamamoto, and N. Imoto, Optics Express **26**, 15551 (2018).