

積層型擬似位相整合水晶を用いた266nm光発生 の検討

Study on 266 nm generation using a multi-stacked QPM quartz

分子科学研究所

○石月 秀貴, 平等 拓範

Inst. Molecular Science (IMS) ○Hideki Ishizuki, Takunori Taira

E-mail: ishizuki@ims.ac.jp

【はじめに】 水晶は、紫外光側150nmまでの広透過性と高強度光に対する高耐久性を兼ね備える優れた光学材料であり、初めての波長変換に利用された非線形光学材料でもある[1]。複屈折性が小さいため通常の複屈折位相整合での高効率波長変換が不可能であることから、従来は非線形光学材料としての有効利用は行われてこなかった。しかし擬似位相整合(QPM)構造を実現できれば、その広透過性や高耐久性、高安定性を活かした高強度可視/紫外光発生用の波長変換素子材料としての利用が期待できる[2]。我々はこれまで波長1064nmのサブナノ秒動作マイクロチップレーザー(MCL) [3]と積層型QPM水晶との組み合わせによる532nm緑色光発生を報告してきた[4,5]。本報告では積層型QPM水晶を用いた266nm光発生について検討を行ったので報告する。

【QPM水晶】 水晶は正の一軸性結晶であり、その最大の非線形光学定数 $d_{11}=0.3\text{pm/V}$ を用いた第二高調波発生(SHG)に必要な一次のQPM構造周期 Λ を図1に示す。励起波長532nm光からのSHGによる266nm光発生には、一次のQPMで $\Lambda=6\mu\text{m}$ の周期構造が必要になる。本検討では、高強度光励起による水晶での266nm光発生の実証を目的として、0.5mm厚の薄板水晶板の多積層構造によりQPM水晶を実現し、サブナノ秒動作MCLを基本励起光源とした266nm光発生を試みた。本検討で用いたQPM水晶における多積層枚数 N は12である。

【266nm光発生実験】 励起光源には、MCL出力光のSHGによる532nm緑色光を利用した。この励起用532nm光はパルス幅FWHM0.5ns、繰り返し30Hz動作時で最大エネルギー0.9mJである。QPM水晶を室温で保持し、素子の回転により位相整合条件を最適化した。

図2に266nm光の入出力特性を示す。最大励起268 μJ において、266nm光出力3.3nJを得た。変換効率は励起光エネルギーに比例して向上しており、QPM水晶によるSHGが実現されていることを確認した。図3には、532nm光カット/266nm光パスフィルター後に測定した266nm光のスペクトルおよびビーム形状を示す。狭線幅スペクトルとガウス型形状を持つ266nm光が得られることを確認した。

【検討とまとめ】 本検討では、MCL励起QPM水晶による266nm光発生を実現した。発生した266nm光のピークパワーは約9.4Wと見積もられるが、現時点での変換効率は 10^{-5} 程度である。これは本検討における積層枚数 N が12と少なく、実効的な素子長が36 μm と極めて短いことに起因すると考えられる。今後、基板薄板化および積層手法改善による実効素子長増大を進めることで、耐環境性に優れた高強度光励起紫外光発生用QPM素子の実現できると期待している。

[1] P. A. Franken, et. al., Phys. Rev. Lett. **7**, 118 (1961). [2] S. Kurimura, et. al., Opt. Mater. Express, **1**, 1367 (2011).

[3] R. Bhandari, et. al., Opt. Express **19**, 19135 (2011). [4] 石月他, 2016年第77回秋季応物, 14a-B3-6 (2016).

[5] H. Ishizuki, et. al., Opt. Mat. Express **8**, 1259 (2018).

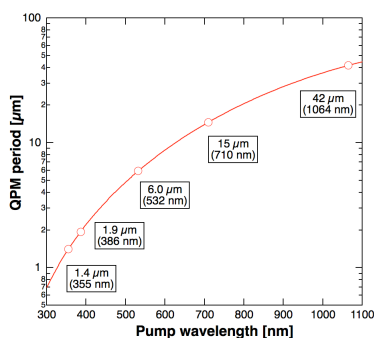


図1 水晶の QPM-SHG 周期

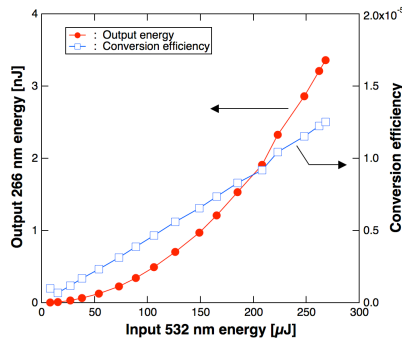


図2 266nm 光の入出力特性

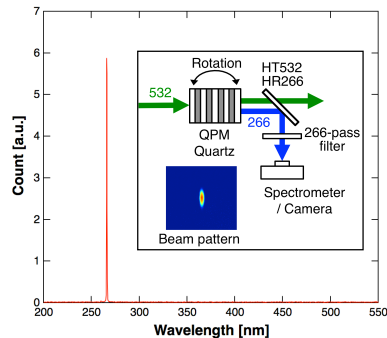


図3 スペクトルとビーム形状