反転多積層水晶によるQPM波長変換

QPM wavelength conversion using periodic laminar structured 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】　我々はこれまで、$LiNbO_3$などの強誘電体結晶やLiB_3O_5などホウ素系結晶を用いた波長変換を報告してきた。しかし励起パルス光源源の出力増大により、これら従来の非線形光学結晶の損傷が顕著な問題になりつつあり、新たな非線形光学結晶が必要となっていた。水晶は広い透過域と高い耐久性を持つ光学材料であり、Frankenらによる初めての波長変換実験[1]に利用された非線形光学材料でもあるが、複屈折性が小さいことから波長変換用途にはほとんど利用されてこなかった。しかし非線形光学定数を周期的に反転させる擬似位相整合(QPM)構造が実現できれば[2,3]、その高耐久特性を活かした高強度波長変換応用が期待できる。本報告では、薄板水晶の反転多積層(PLS)構造によるQPMの実現と、積層数増加による変換効率向上について検討したので報告する。

【QPM水晶】　水晶は正の一軸性結晶であり、最大非線形光学定数はd_{11}=0.3pm/Vである。このd_{11}を用いた波長1064nm励起光の第二高調波発生(SHG)を実現するQPM周期(1次QPM)は、その屈折率から42μm程度となる。薄板化した水晶板の反転多積層によるQPM実現には、最薄21μm厚の水晶板利用が理想的であるが、薄板化処理の技術的困難さを考慮し、本報告では0.5mm厚および0.12mm厚の水晶板を利用した。薄板化および表面光学研磨した多数の水晶板を、結晶方位を交互反転して積層することでPLS構造を構築した。水晶板積層数Nは1~48である。

【SHG実験】　マイクロチップレーザー(MCL：波長1.064μm、パルス幅FWHM0.7ns、繰返30Hz)からのジャイアントパルス光を励起光として[4]、PLS構造を有するQPM水晶のSHG特性評価を行った。MCL出力光の空間プロファイルはガウス形状であり、これを最小直径40μmまで集光してQPM水晶を励起した。最大励起エネルギーは2.3mJである。水晶板積層数Nに対するSH光最大出力エネルギー依存性を図１に示す。N=1の場合の最大SHG出力は16nJ程度（変換効率<0.001%）であるが、Nの増加に従ってSH光出力が向上しており、QPMが達成されていることが確認できる。N=48の条件では、N=1の場合に比較して500倍のSH出力増大が実現された。図２は、N=48の場合のSH光出力の励起光エネルギー依存性である。励起光入力2.3mJ時で、最大出力8μJのSH光が確認できた。SH光パルス幅は約0.54nsと測定され、ピークパワーで14kWに相当するSHGをQPM水晶で実現した。今後、積層数増加による変換効率向上や、励起エネルギー増大による集光レイリー長拡大などの最適化検討を行う予定である。

文献　[1] P. A. Franken, et.al., Phys. Rev. Lett. **7**, 118 (1968). [2] S. Kurimura, et.al., Opt. Mater. Express **1**, 1367 (2011).
[3] 石月他、2016年春季応物, 21a-S611-4 (2015). [4] H. Ishizuki, et.al., Opt. Express **24**, 1046 (2016).

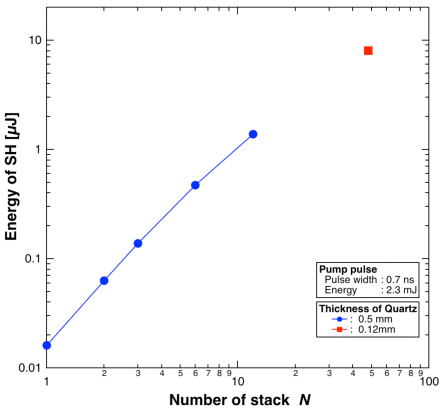

図１　PLS積層数とSH光出力

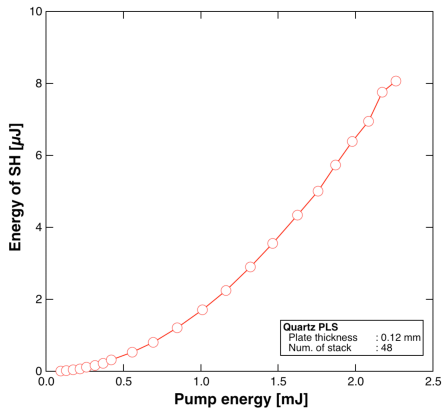

図２　48枚積層時のSH光入出力特性

© 2016年 応用物理学会