

QPMスタンプを用いた水晶の極性反転

Polarity inversion of crystal quartz by a QPM stamp

理化学研究所¹、分子科学研究所²○石月秀貴¹、平等拓範^{1,2}RIKEN SPring-8 Center¹, Inst. Molecular Science (IMS)² ○Hideki Ishizuki^{1,2}, Takunori Taira^{1,2}

E-mail: ishizuki@spring8.or.jp

【はじめに】 水晶は、低吸収広透過性（短波長吸収端～150nm）およびレーザー光に対する高耐久性を兼ね備えた優れた光学材料であり、加えて世界初の波長変換に利用された非線形光学結晶でもある[1]。複屈折性が小さいため複屈折位相整合は不可能であるが、擬似位相整合(QPM)に必要な非線形光学定数の周期反転構造を形成できれば、その広透過性や高耐久性、さらに高安定性などを活かした高強度可視/紫外光発生用のQPM素子材料としての利用が期待できる。このQPM水晶の実現手法としては、高強度レーザーの取り扱いに適した薄板状水晶板多積層法[2]や、微細周期構造形成に適した応力印加法[3,4]などが報告されている。本報告では、QPM構造形成用治具（QPMスタンプ）[5,6]を用いた応力印加による水晶の極性反転について検討を行ったので報告する。

【QPMスタンプ】 従来の応力印加によるQPM水晶作製方式では、水晶表面に極性反転用パターンを有する金属薄膜を転写（図1(a)）、あるいは水晶表面を反転パターン状に加工（図1(b)）した後、加熱あるいは加熱及び加圧による応力印加を施している。本検討で提案するQPMスタンプ法では、反転パターン状に加工した治具を水晶表面に押し当て、加熱及び加圧により応力印加を施す（図1(c)）。対象とする水晶自体に直接パターンニングを施さない本手法では、スタンプの繰り返し利用により作製再現性を維持しつつ、極性反転処理の単純化が期待できる。

【実験結果】 第二高調波発生(SHG)による532nm緑色発生での3次QPM周期に相当する周期124 μm のQPMスタンプを用い、水晶の極性反転を行った。得られた極性反転水晶の表面エッチング結果を図2に示す。現時点では反転の不均一な領域が存在するが、QPMスタンプを用い温度300℃以上で加圧100MPa程度以上の応力印加処理により、水晶に周期極性反転が形成できることを確認した。

作製した周期構造がQPMに必要な非線形光学定数の周期反転構造であることを確認するため、波長1064nmのマイクロチップレーザー（パルス幅～0.7ns）を用いたSHG実験を行った。最大励起2.5mJの条件下で、周期反転水晶から1.26 μJ の532nm光発生を確認した。これは非反転のバルク水晶に対して100倍以上の出力であり、QPMスタンプにより形成した周期構造が、非線形光学定数の周期反転により実現されるQPM構造となっていることを明らかに示している。

【まとめ】 本報告で提案するQPMスタンプを利用した水晶への応力印加極性反転は、水晶に直接パターンニングを施す従来法に比較して処理の単純化が期待できる。均一性を改善しつつ短周期構造化を図ることでQPM水晶の特性向上を進展させたい。

本研究の一部は、JST未来社会創造事業JPMJMI17A1、科研費19142546の支援を受けたものである。

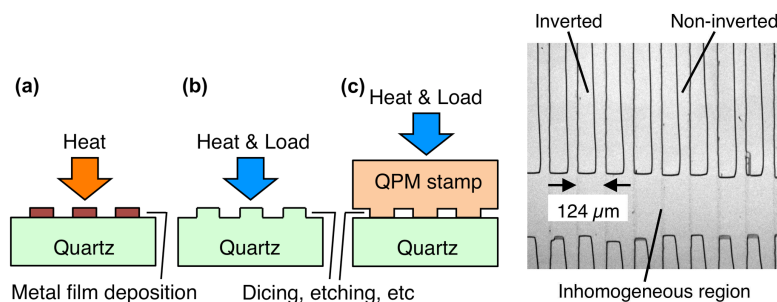
[1] P. A. Franken, et. al., Phys. Rev. Lett. **7**, 118 (1961).[2] H. Ishizuki, et. al., Opt. Mat. Express **8**, 1259 (2018).[3] T. Uno, Jpn. J. Appl. Phys. **36**, 3000 (1997).[4] 栗村他, 応用物理, **69**, 548 (2000).[5] K. Kintaka, et. al., Electron. Lett. **34**, 880 (1998).[6] H. Kianirad, et. al., Opt. Express **23**, 636 (2015).

図1 従来法と QPM スタンプ法

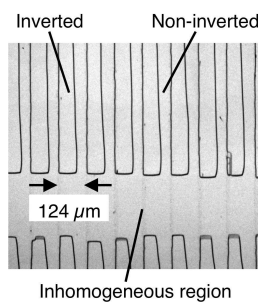


図2 極性反転水晶表面

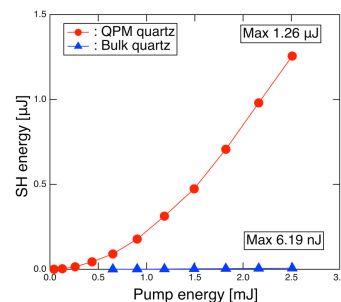


図3 SHG 特性