

サブナノ秒マイクロMOPA励起による高効率光パラメトリック発生 Efficient optical-parametric generation pumped by sub-nanosecond pulse Micro-MOPA

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】 パルス動作固体レーザーは、その高強度出力特性から加工や分析など様々な分野で利用される。しかしそのレーザー発振波長は宿主材料や添加物希土類イオンにより制限されるため、用途に応じた所望のレーザー光波長を得るには非線形光学素子との組み合わせが必要となる。我々はこれまでナノ秒動作Nd:YAGレーザーを励起光源とした高エネルギー赤外光発生を検討しており、大口径擬位相整合(QPM)素子を用いた1J級パルス光の光パラメトリック発振による波長変換[1]や、ZnGeP₂結晶による波長可変中赤外光発生[2]を報告してきた。

従来のナノ秒域光源に対し、近年サブナノ秒域高強度光源の開発・応用が進展している。ナノ秒とフェムト秒の間であるサブナノ秒パルスは、狭スペクトル幅と高ピーク強度という高効率波長変換に有利な特性を併せ持つ。我々はこれまでNd:YAG結晶を用いたサブナノ秒動作マイクロチップレーザー(MCL)および増幅器との組み合わせによるマイクロMOPA光源を構築してきた[3]。

本報告では、マイクロMOPAを励起光源とし、周期分極反転LiNbO₃(PPLN)素子を用いた光パラメトリック発生(OPG)による1.5 μ m/3 μ m中赤外光発生についての検討を行ったので報告する。

【実験配置】 発振波長1.064 μ mでパルス幅0.73 ns(FWHM)のマイクロMOPAは主発振器および増幅器より構築されており、繰り返し30Hz動作時で最大6 mJの直線偏光出力が可能である。このパルス光をレンズ($f = 400$ mm)で弱集光して励起光とした。PPLNを用いたOPGでは、QPM周期および素子温度の選択により任意波長出力が可能である。周期30.6 μ mのPPLNの室温動作で、OPGシグナル光(波長 $\lambda_s \sim 1.55$ μ m)およびアイドラ光($\lambda_i \sim 3.4$ μ m)を発生させた。PPLNからの出力光は複数のフィルター/ミラーにより分離計測し、PPLN出射直後の出力エネルギーに換算して評価した。

【実験結果および検討】 OPG入出力特性を図1に示す。発振閾値エネルギー ~ 0.24 mJであり、最大励起エネルギー $E_{p0} = 5.98$ mJにおいて、シグナル光エネルギー $E_{s0} = 2.05$ mJおよびアイドラ光エネルギー $E_{i0} = 0.71$ mJが得られた(全変換効率46%)。OPG出力光エネルギー比 E_{s0} / E_{i0} は、発振閾値近傍では2.2に近いManley-Rowe則に沿った出力特性となるが、励起強度の増大に伴う高次波長変換により変化していくことが確認された。図2はシグナル光パルス波形の測定結果であり、初期の単峰パルス形状が高強度励起条件下で飽和し、さらにダブルパルス化する様子が観測された。

マイクロMOPAとPPLNの組み合わせによるOPGでは、出力エネルギーでmJ級、ピークパワーでMW級の赤外光を容易に実現可能である。加えてPPLNのQPM周期変更のみで任意波長選択が可能であることから、小型高輝度パルス光源の新たな応用が期待できる。

[1] H. Ishizuki, T. Taira, Opt. Express **20**, 20002-20010 (2012).

[2] J. Saikawa, M. Miyazaki, M. Fujii, H. Ishizuki, and T. Taira, Opt. Lett. **33**, 1699-1701 (2008).

[3] V. Yahia, T. Taira, Advanced Solid State Lasers (ASSL), ATh1A.5, Nagoya, Japan, (Oct. 1-5, 2017).

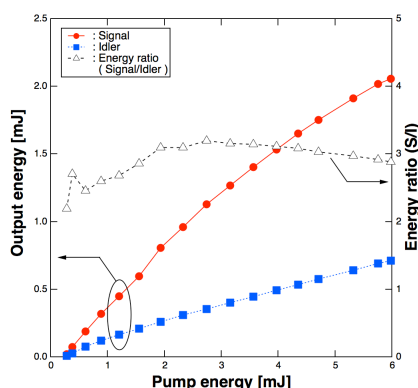


図1 OPG 入出力特性

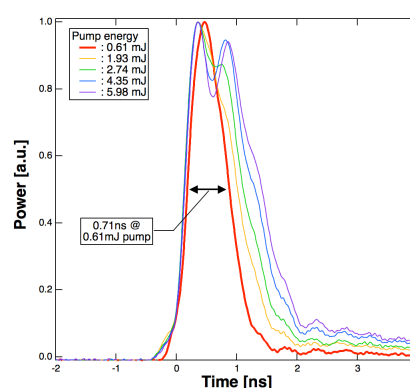


図2 シグナル光パルス波形