

平均出力0.7W, KTP光パラメトリック発振

0.7W Average Power KTP/OPO

加藤 洸

K. Kato

防衛庁第2研究所

Japan Defence Agency

Abstract

0.7W average power, narrow linewidth IR pulses around 1.6 and 3.2 μm were generated from a KTP parametric oscillator pumped by a Nd:YAG laser at 1.064 μm .

Improved Sellmeier's equations and nonlinear optical constants of KTP are reported.

1. はじめに

現在、レーザーレーダーの光源にもちいられているNd:YAGレーザーは常温で、1.052から1.8322 μm の間で合計18本のラインでレーザー発振が得られるとはいえ、通常の共振器ではゲインの高い1.0642, 1.3188, 1.3382 μm の3本のラインで発振が得られるにすぎない。しかも、これらの波長ではアイ・ダメージが生じやすいという厄介な問題があり、その解決方式として、より長い波長でのレーザー発振が望ましい。このため、Nd:YAGレーザーの1.064 μm を用いてKTP結晶の光パラメトリック発振を行い、 $\lambda_s = 1.579 \mu\text{m}$, $\lambda_i = 3.264 \mu\text{m}$ で最大内部変換効率35%, 外部変換効率23%, 最大出力(シグナル+アイドラ)0.7Wを得るとともに、結晶の基礎吸収をはずした3.178 μm ではアイドラ出力として0.2W, ライン幅30 \AA , パルス安定度 $\pm 7\%$ で連続動作1000時間のライフテストをクリアしたので、このKTP光パラメトリック発振器を詳細に報告する。また、従来筆者らによって報告されていたセルマイヤー方程式は全て不完全であるので、きわめて精度のよい方程式にモディファイしたため非線形光学定数とともに報告する。

2. 実験方法及び内容

本実験に使用したKTP結晶は $x = 12 \sim 15$, $y = z = 6 \text{ mm}$ と $x = z = 5$, $y = 10 \sim 12 \text{ mm}$ にカットした合計6個で、製品によるバラツキが殆どない高品質のものである。これらの結晶の yz (bc)及び xz (ac)面は全て $\lambda/10$ の精度で光学研磨し、中心波長1.3 μm の広帯域反射防止膜をコートした。まず、1.064 μm パンプ光パラメトリック発振に先んじて、発振しきい値の低い0.532 μm 励起のOPO実験を行い、最適動作した条件を求めた。その結果、従来文献に報告されていた非線形光学定数の値 d_{31} , d_{32} は大幅に異なり、 $d_{32} = (1.8 \pm 0.1) \times d_{31} = (8.3 \pm 0.3) \times 10^{-10} \text{ ESU}$ となり、5 mm^3 のサンプルで測定した0.4970及び0.5402 μm 90°位相整合SHGの変換効率より導出した値と一致することが判った。したがって、有効非線形光学定数は $\theta = 90^\circ$, $\phi = 0^\circ$ で最大となる。このため、 y カットサンプルでは $R_s = 0.9$ のSRO共振器ではダメージしきい値付近($P_p = 350 \text{ MW/cm}^2$, 12 ns, 10 Hz)でもOPO発振が得られなかった。 x カットのサンプルで現在まで得られている性能は $P_p = 250 \text{ MW/cm}^2$ で、最大変換効率23%, 最大出力0.7W, 出力安定度 $\pm 7\%$, レ

ゾナント・シグナル光のスペクトル幅は約 3 \AA で、モディファイド・セルマイヤー方程式とマルチパス・リダクション要素 0.18 を考慮すると理論値と一致する。ノン・レゾナント・アイトラのスペクトル幅は $3.264 \mu\text{m}$ で 20 \AA 、 $3.174 \mu\text{m}$ ではアパーチャー・ウォークオフのため約 30 \AA に成っている。また、OPO スレッシュホールド・エネルギーと上記のパラメータを用いると Brosnan と Byer の一般式による理論値とほぼ一致する。

3. 結果及び考察

Nd:YAG レーザーの $1.064 \mu\text{m}$ で $\theta = 90^\circ$ 、 $\phi = 0^\circ$ (x カット) の KTP 結晶を励起して、 $\lambda_s = 1.579 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_i = 3.264 \mu\text{m}$ で尖頭出力 8 及び 2 MW、平均出力 0.7 W のパルス赤外線を得た。このシステムは $0.532 \mu\text{m}$ パンプと異なり、発振波長の温度依存性が 0 であるため、極めて安定した出力を得られる。したがって、LD 励起の高平均出力 Nd:YAG レーザーと組み合わせると数 kHz の高速繰り返し発振が可能であり、また大気の透過率も良いのでレーザーレーダの光源として最適であるといえる。

4. 文献

K. Kato, "Parametric oscillation at $3.2 \mu\text{m}$ in KTP pumped at $1.064 \mu\text{m}$ " IEEE J. Quantum Electron., vol. 27 may 1991 (in press) 及びこれに引用されているもの。