

擬似位相整合 ZnSe 素子におけるパルス内差周波発生を用いた 中赤外広帯域光源

Mid-IR Broadband Light Source using Intra-pulse Difference Frequency Generation in Quasi-Phase-Matched ZnSe Devices

東大生研¹, 中央大理工² ○(M2)佐藤葵¹, (B)尾谷時史², (B)倉本悠多², 庄司一郎², 芦原聡¹

IIS, UTokyo¹, Chuo Univ.², Aoi Sato¹, Tokifumi Otani², Yuta Kuramoto², Ichiro Shoji², Satoshi Ashihara¹

E-mail: satoaoi@iis.u-tokyo.ac.jp

有機分子は、波長 $6.7 \mu\text{m}$ 以上 (波数 1500 cm^{-1} 以下) の領域において「分子の指紋」と呼ばれる複雑な吸収スペクトルを示し、これにより分子種の同定が可能である。この波長域での分光測定には熱光源が広く用いられているが、レーザー光源と比べて空間コヒーレンスが著しく劣る。そのため、微量分子検出や顕微分光測定など、環境計測・バイオ計測・材料分析といった分野で近年求められる要請には不向きである。我々は、波長 $6 \mu\text{m}$ 以上の中赤外域における広帯域なコヒーレント光源の開発を目標に、Cr:ZnS モード同期レーザーを駆動光源とするパルス内差周波発生の研究を行ってきた[1,2]。

本研究では新たに差周波発生 of 駆動光源として、Fig. 1(a)に示すように Cr:ZnS モード同期レーザー・増幅器と ZnSe 中の自己位相変調効果を用いたパルス圧縮システムを開発した。パルス圧縮後のパワースペクトルとスペクトル位相を Fig. 1(b)に示す。スペクトルは波長 $2.2 \mu\text{m}$ を中心に帯域 1500 cm^{-1} に広がり、分散補償により時間幅 $15 \pm 2 \text{ fs}$ (電場振動 2.1 サイクル) となった。

高効率なパルス内差周波発生 of 鍵となるのが非線形光学結晶である。我々は新たな非線形光学結晶として ZnSe 結晶 of 擬似位相整合 (Quasi-Phase-Matching: QPM) 素子に着目した。ZnSe 結晶は波長 $0.5\text{-}22 \mu\text{m}$ にわたる広い透明波長域と大きな非線形光学定数 $d_{41} = 30 \text{ pm/V}$ [3]をもち、駆動光波長 $2.2 \mu\text{m}$ のパルス内差周波発生で広帯域な擬似位相整合条件を示す。常温接合法[4]により、厚さ $80 \mu\text{m}$ の(110)面カット ZnSe 単結晶を 6 枚積層した擬似位相整合デバイスを作成し (Fig. 1(c)), この素子を用いてパルス内差周波発生を行ったところ、Fig.1(d)に示すように波長 $6.6\text{-}14.9 \mu\text{m}$ (波数 $670\text{-}1520 \text{ cm}^{-1}$) に広がる広帯域中赤外パルス発生に成功し、差周波光 of パワーが積層枚数 of 2 乗に比例することを確認した (Fig.1(c))。

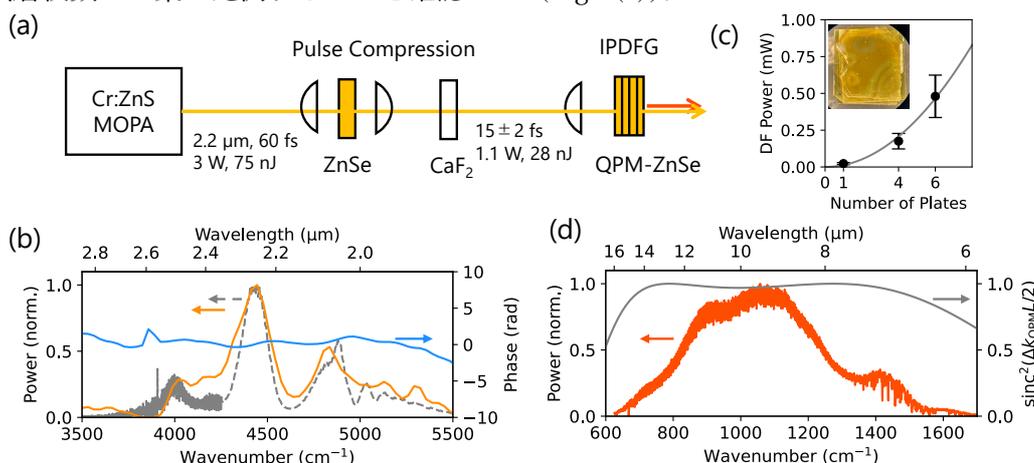


Fig. 1 (a) Experimental setup. MOPA: Master Oscillator Power Amplifier, IPDFG: Intra-Pulse Difference Frequency Generation. (b) Power spectrum and spectral phase of the driving laser (dashed: measured, solid: retrieved). (c) Number of plates dependence of the difference frequency power and a photo of a QPM-ZnSe device (inset). (d) Power spectrum of the difference frequency component (red) and the corresponding QPM acceptance bandwidth (gray).

[1] 洲鎌, 他, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会, 22a-13N-6 (2024). [2] 佐藤, 他, 第 85 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-C301-4 (2024). [3] I. Shoji, et al., *Opt. Quantum Electron.*, **34**: 797-833, (2002). [4] R. Tanimoto, et al., *J. Opt. Soc. Am. B*, **38**(8): B30-B34, (2021).