

周期分極 Mg 添加 LiTaO₃ 結晶を用いたアップコンバージョン過程による広帯域中赤外光検出

Broad bandwidth up-conversion detection of mid-infrared light
by periodically poled stoichiometric lithium tantalate

京大理¹, 東大物性研²

○北條 真之¹, 高橋 孝², 内田 健人¹, 谷 峻太郎², 小林 洋平², 田中 耕一郎¹

Dept. of Physics, Kyoto University¹, ISSP, The University of Tokyo²

◦Masayuki Hojo¹, Takashi Takahashi², Kento Uchida¹,
Shuntaro Tani², Yohei Kobayashi², and Koichiro Tanaka¹

E-mail: hojo.masayuki.33e@st.kyoto-u.ac.jp

中赤外域の光を検出する方法として、2次非線形光学現象の1つであるアップコンバージョン過程が注目されている。可視域に変換することで高感度な可視域用検出器を使えるというメリットがある。最近、周期分極 LiNbO₃ (PPLN) 結晶を用いて、3.6~4.8 μm の中赤外光のアップコンバージョン効率が9%に達したという報告がなされた[1]。本研究では、PPLN に比べ中赤外域で緩やかな屈折率分散を有する周期分極 Mg 添加 LiTaO₃ (PPSLT) 結晶を用いたアップコンバージョン過程について調べた。

図1に波長 1064 nm の光をポンプ光とした際に、同軸で中赤外域の光をアップコンバージョンするために最適な擬位相整合 PPSLT 結晶の分極周期を示した。分極周期が 22 μm の結晶では 2.8 μm 及び 5.7 μm の中赤外光がアップコンバージョンされ、結晶周期を 22 μm から 24 μm まで変えることでその間の波長の変換が可能であることがわかった。また非同軸過程ではポンプ光と中赤外光間の入射角度差を同軸から 8° まで変えることで 2.8 μm から 5.7 μm までが連続的に変換されることがわかった。

PPSLT 結晶の検出器としての性能を実験的に検証する為に、1 μm 帯のモードロックレーザー(ポンプ光)と 4.33 μm の連続波量子カスケードレーザー(中赤外光)を用いた系を構築した。感度を定量的に見積もるために、中赤外光の強度を連続的に変化させ、測定限界を求めた。検出分光器として常温動作の USB-CCD 分光器を用いた際の結果を図2に示す。これからこのシステムにおける変換量子効率_{0.074%}であり、測定限界パワーは 0.52 pW であることがわかった。検出器を冷却 CCD に変更し、ポンプレーザーの出力を増加させることで、変換効率及び検出限界の改善が可能であると考えられる。講演では、より高強度なポンプ光と高感度な CCD を用いた広帯域な中赤外光の検出結果についても報告する予定である。

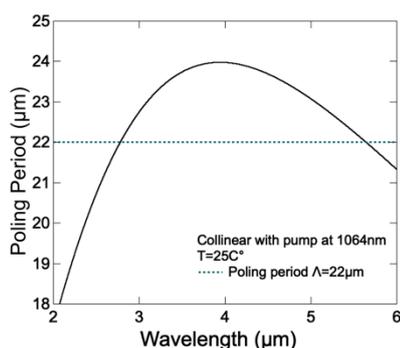


図1 中赤外光と 1064 nm の上方変換に最適な PPSLT 結晶の分極周期。文献[2]のセルマイアの分散方程式を用いた。

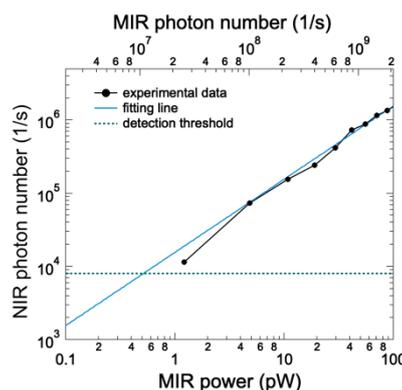


図2 USB-CCD 分光器を用いた場合の PPSLT によるアップコンバージョンの検出閾値。

References

- [1] A. Barh *et al.*, Optics Letter 42, 8 (2017).
- [2] A. Bruner *et al.*, Optics Letters 28, 194 (2003).