

周期分極 Mg 添加 LiTaO₃ 結晶を用いた上方変換過程 による広帯域赤外光検出

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

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つである上方変換(アップコンバージョン)過程が注目されている。赤外域の光を可視域の光にコヒーレント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 の赤外光検出が可視域で行われ、その上方変換効率が9%に達したという報告がなされた[1]。本研究では、PPLN 結晶に比べ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) 結晶を用いた赤外光検出過程について調べた。

図1に波長 1.03 μm の光をポンプ光とした際に、同軸で赤外域の光を上方変換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 3 μm 及び 5.5 μm の赤外光が上方変換され、結晶周期を 22 μm から 23.5 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赤外光間の入射角度差を同軸から 8° まで変えることで 3 μm から 5.5 μm までが連続的に変換されることがわかった。

PPSLT 結晶による赤外光の上方変換効率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(赤外光)を用いた系を構築した(図2)。結晶の分極周期、及び結晶の温度を変化させることによる位相整合条件の変化を検証した結果、理論的に予想される振る舞いと概ね一致した。これにより、上方変換過程による赤外光の変換が行われていることを実験的に確認した。さらに、赤外光の強度を連続的に変化させ、測定限界・上方変換効率を求めた。その結果、現状の可視光検出器(USB-CCD)では 0.1 pW オーダーの赤外光までは検出可能であり、変換効率が 0.1% オーダーであることがわかった。講演では、より高感度な可視光検出器を用いた場合の検出限界や量子効率についても報告する。

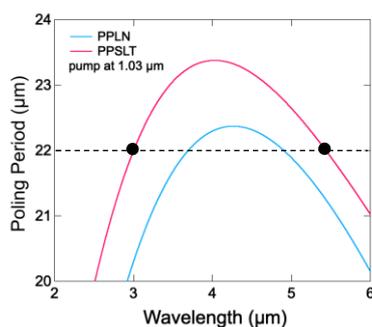


図1 赤外光と 1.03 μm の上方変換に最適な PPSLT 結晶・PPLN 結晶の分極周期。文献[2]のセルマイアの分散方程式を用いた。

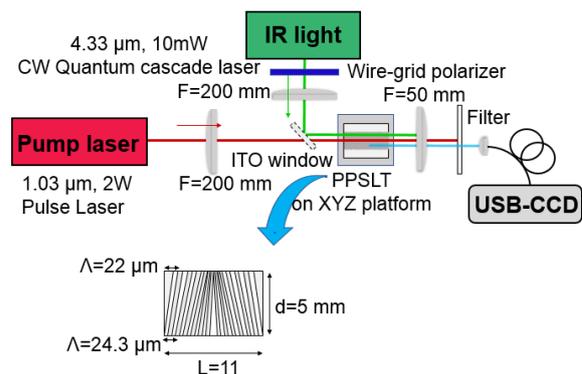


図2 USB-CCD 分光器を用いた場合の PPSLT による上方変換検出系の概略図。

References

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