周波数同期レーザーによる赤外上方変換効率の評価

Estimation of the quantum efficiency of the up-conversion system based on the repetition-synchronized oscillators

京大理 [1]，東大物性研 [2]

○北條 真之 [1]，谷 峻太郎 [2]，小林 洋平 [2]，田中 耕一郎 [1]

Dept. of Physics, Kyoto University [1], ISSP, The University of Tokyo [2]

°Masayuki Hojo[1], Shuntaro Tani[2], Yohei Kobayashi[2], and Koichiro Tanaka[1]

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

赤外領域における光検出は、FTIR 型赤外分光法に代表される様々な物性測定の基礎技術として重要である。また、古典的計測だけでなく量子的状態に相関がある光子対（量子もつれ光子対）を用いた赤外量子計測 [1] が新規な手法として注目されており、赤外域における光子レベルの測定感度を有する検出器の必要性が高まっている。我々はこれまで、同時パラメトリック下方変換（同時 SPDC）という概念 [2] を提唱し、赤外域における広帯域な量子もつれ光子対発生の可能性を示してきた。しかし、発生効率の低さから光子対を観測しうる半導体検出器はなく、発生の実験的実証には至っていない。本研究において、注入同期法によって周波数同期させた 2 台のファイバーレーザーを構築し、差周波過程（DFG）による赤外パルス光源の発生、及び和周波過程（SFG）による赤外上方変換の効率評価を行なった。その結果、3μm 帯域の赤外光源を量子変換効率 30.2%で可視光に変換する赤外検出系の構築に成功した。これにより光子数レベルの発生効率である SPDC 光子対も検出可能であることが期待される。

図 1(a)は 1μm 帯の Yb ファイバーレーザーと 1.55μm 帯の Er ファイバーレーザーを用いた場合の DFG による赤外パルス光源のスペクトルである。さらにこの光源を赤外上方変換した場合の SFG スペクトルを図 1(b)に示す。非線形結晶内での位相整合条件により、DFG スペクトルの一部が切り出されて可視域に変換されていることがわかる。さらに SFG に含まれる赤外光源のパワーと SFG によって発生した可視光のパワーとを比較することで量子効率 30.2%の変換効率を有するとわかった。講演では構築した系と定量評価に関する詳細を報告する。

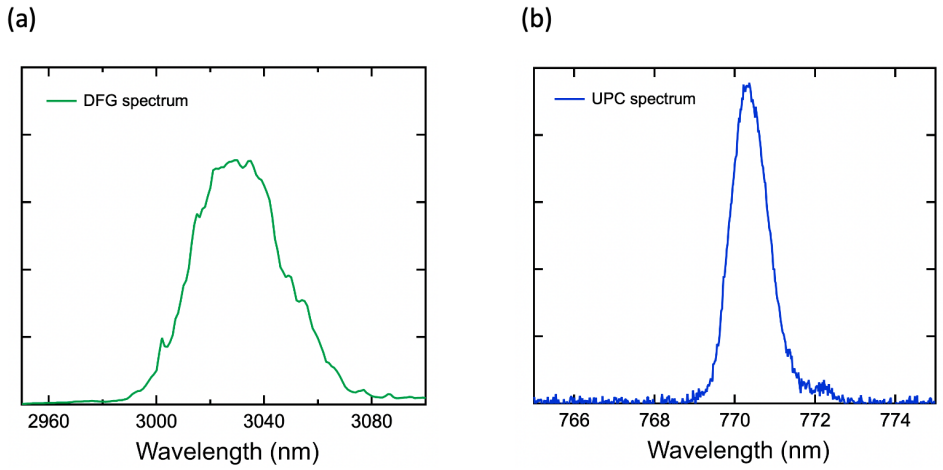

Fig. 1. (a) Down-frequency generation spectrum measured by MCT detector. (b) Sum-frequency generation spectrum in the up-conversion system.

文献

1. Kalashnikov, D. A., Paterova, A. V., Kulik, S. P. & Krivitsky, L. A. Infrared spectroscopy with visible light. *Nat. Photonics* **10**, 98–101 (2016).

2. Hojo, M. & Tanaka, K. Broadband infrared light source by simultaneous parametric down-conversion. *Sci. Rep.* **11**, 1–8 (2021).