

シリカトロイド微小共振器の三次高調波による可視光領域のコム発生 Visible comb generation with third order nonlinearity in silica toroid microcavity

慶大理工 ○陳 哲倫, 加藤 拓巳, 田邊 孝純

Keio Univ. ○Zhelun Chen, Takumi Kato, and Takasumi Tanabe

E-mail: zhelun.0512@phot.elec.keio.ac.jp

【はじめに】高 Q 値微小光共振器を用いると弱い光でも効率的に非線形効果を得ることができるため、通信帯域での低パワーの光カーコム光源[1]によるバイオセンシングや通信での応用が期待されている。一方で、可視光領域の広帯域コムを発生させる研究が行われている[2, 3]が、材料の大きな正常分散によってソリトン解を得ることが難しくパルス化が困難である。本研究ではシリカトロイド微小共振器と呼ばれる高 Q 値微小光共振器を用いることで、三次の非線形光学効果を効率よく発生させることで、通信帯域のポンプ光を利用し 500 nm から 523 nm まで等間隔なコムを発生させ、マイクロ共振器による可視光コムの検討を行ったので報告する。

【実験】3 次の非線形光学効果を利用した三次高調波(THG)は光ファイバにおいても確認されているが[4]、シリカトロイド微小光共振器を用いることで、低いポンプパワーで三次高調波を発生させた。三次高調波はモード体積の逆数と Q 値の三乗に比例して発生するため[5]、高 Q 値でなおかつ光が閉じ込め領域が小さいシリカトロイド共振器の利用は有利である。三次高調波発生過程では、ポンプ光周辺で発生した光カーコム成分との和周波発生(SFG)も生じることで、可視光領域においてのコムが発生することが期待される。

【結果】可視光領域と励起に用いた通信波長帯のスペクトルを Fig. 1(b)と(c)に示す。テーパファイバを用いて 0.94 W のレーザでシリカトロイド共振器を励起しており、可視光領域のスペクトルはトロイドからの発光をレンズで集光することで測定している(Fig 1(a)).

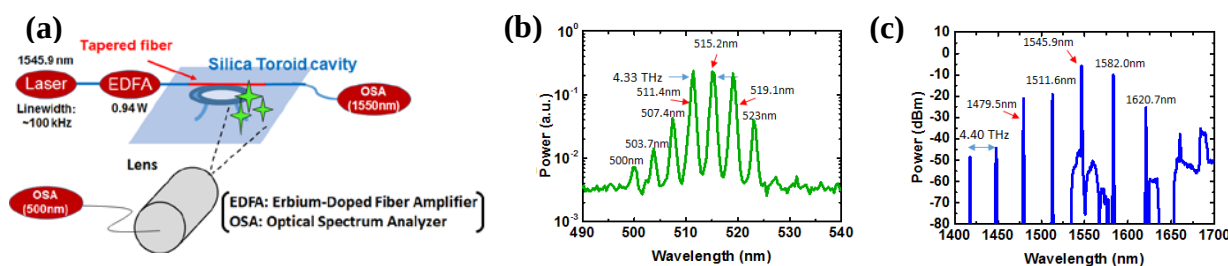


Fig 1. (a) The experiment setup. (b) Visible comb spectrum from a microcavity. (c) Kerr comb spectrum near 1550nm.

Fig 1(b)より可視光領域で 4.3 THz の間隔でコムが発生できることが確認された。通信帯域では 5-FSR ずつ離れた 4.4 THz 間隔のカーコムが発生している。515.2 nm の光はポンプ光(1545.9 nm)による THG である。その隣の 511.4 nm(519.1 nm)は 1545.9 nm と 1511.6 nm(1582.0 nm)の SFG によって発生したものである。更に 512.2 nm の隣の可視光領域の 507.4 nm(523 nm)のコム成分も同様に、ポンプ光と異なる基本波帯のカーコム成分の SFG によって発生したと考えられる。ポンプ光成分とその周りに広がるカーコム成分との SFG により、可視光領域ではポンプ光の三次高調波を中心にコムが発生していくと考えられる。

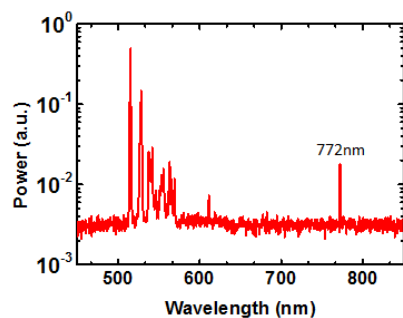


Fig 2. 772 nm light from silica toroidal microcavity by 1545.2 nm pumped.

本研究では、Fig 2 に示したように 772 nm の光も観測した。この実験のセットアップは Fig 1(a)と同じであり、ポンプ光の波長は 1545.2 nm であり、パワーは 0.74 W である。この 772 nm のスペクトル強度は室内照明などのノイズより強いため、この光は先行研究[6]で報告されているように、表面における材料構造の対称性の崩れに起因する第二次高調波ではないかと考えられる。この効果もより広帯域な可視光領域コム発生に繋がる可能性がある。詳細は当日に報告する。

[1] T. J. Kippenberg, *et al.*, Science, **332**, 555 (2011), [2] H. Jung, *et al.*, Optica, **1**, 396 (2014), [3] S. Miller, *et al.*, Opt. Express, **22**, 26517 (2014), [4] I. A. Bufetov, *et al.*, Opt Lett, **22**, 1394 (1997), [5] T. Carmon, *et al.*, Nature Phys, **3**, 430 (2007), [6] J. L. Dominguez-Juarez, *et al.*, Nature Commun, **3**, 254 (2011).