UV-NIR デュアルビーム光ピンセットで固定したシリカ微小球スペーサー によるテルライトガラス球状光共振器-平面導波路間のギャップ制御

Gap control between tellurite glass spherical optical resonator and planar waveguide by

silica-microsphere spacer fixed with UV-NIR dual-beam optical tweezers

東工大 °岸 哲生, 唐 恒傑, 鍾 逸夫, 周 咸亨, 矢野 哲司

Tokyo Tech. °Tetsuo Kishi, Hengjie Tang, Itsuo Shou, Xianheng Zhou, Tetsuji Yano

E-mail: kishi.t.ae@m.titech.ac.jp

透明材料からなる球体は Whispering Gallery Mode (WGM)に基づく光共振を示し、材料に高い透明性 と表面平滑性を付与することで、高い光閉じ込め効率で3次元的に光を閉じ込めることができる。こ れを利用した高い波長分解能や非線形光学効果の低閾値化による高度な光信号処理が注目されている。 一方で、WGM 光共振器からの光取り出しには、適切な屈折率を持つ材料で構築した導波路やプリズム を、波長の1/4以下の距離まで近接させる必要がある。本研究では、3次元的に光を閉じ込める球状光 共振器と2次元的に光を閉じ込める平面導波路の光結合のために、独自に開発したUV(紫外)-NIR (近赤外)デュアルビーム光ピンセット¹⁾により、テルライトガラス平面導波路上に3つのシリカガラ ス微小球を台座として配置し、そこにテルライトガラス微小球を設置することで、球状光共振器と光 導波路のサブ波長精度のギャップ制御を試みた(図1a)

ガラスブローイング法により作製した厚さ 1.7 μm の B₂O₃-Nb₂O₅-TeO₂ ガラス自立膜を、シリケート ガラス基板に室温で押し付け接合させて、平面導波路を形成した²⁾。直径 5μm のシリカ球およびテル ライトガラス表面をそれぞれ熱水処理および UV オゾン処理することで表面 OH 基を付与し、3wt%の 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilane (MOPS)イソプロパノール溶液中に浸漬して表面に単分子膜を形 成した。光重合開始剤を添加したイソプロパノール中に被覆したシリカ球を分散させ、波長 800nm の CW の Ti:Sapphire レーザーを集光照射して捕捉し、シリカ球をテルライトガラス平面導波路表面に移 動させた。そこに、波長 325nm の CW He-Cd レーザーを集光照射することで、平面導波路表面に固定 化した。3 つのシリカ球を等間隔に配置し溶媒を乾燥させた後、配列シリカ球上に直径 30μm の 2mol%Nd³⁺添加 K₂O-WO₃-TeO₂ ガラス微小球レーザー³⁾をマイクロマニピュレータにより設置した。

図 1(b)に、デュアルビーム光ピンセットによりテルライトガラス平面導波路上に固定したシリカ球の光学顕微鏡写真を示す。3つのシリカ球が一辺20.8µmの三角形の頂点に配置されている。この3つのシリカ球からなる台座の上に、直径30µmのNd³⁺添加テルライトガラス微小球を設置した。幾何学的に計算されるテルライトガラス球と平面導波路の距離は230nmでありエバネッセントカップリングが可能な距離に配置されたと考えられる。当日の発表にいて、微小球と平面導波路の光結合についても報告する。



図 1. (a) シリカガラス微小球スペーサーを介して結合した球状光共振器と平面導波路の模式図、(b) UV-NIR デュアルビーム光ピンセットにより固定化した3つのシリカガラス微小球の光学顕微鏡写真、(c)(b)の台座上に設置したテルライトガラス微小球光共振器.

- 1) H. Tang, T. Kishi and T. Yano, ACS Omega 6 [18], 11869 (2021).
- 2) R.-J. Jeng, T. Kishi, N. Matsushita and T. Yano, Inter. J. Appli. Glass Sci. 10 [2], 248 (2019).
- 3) T. Kishi, T. Kumagai, T. Yano and S. Shibata, AIP Advances 2 [4], 042169 (2012).