

プラズモニック WGM 共振器を用いた伝搬型表面プラズモンによる発光増幅  
Photoluminescence amplification by propagating surface plasmon  
using plasmonic WGM resonators

兵庫県大理<sup>1</sup>, 兵庫県大院理<sup>2</sup>

○宮本 晟那<sup>1</sup>, 高石 みなみ<sup>2</sup>, 小簀 剛<sup>2</sup>

Fac. Sci., Univ Hyogo.<sup>1</sup>, Grad. Sch. Sci., Univ Hyogo.<sup>2</sup>

○Seina Miyamoto<sup>1</sup>, Minami Takaishi<sup>2</sup>, Takeshi Komino<sup>2</sup>

E-mail: [rg21r078@guh.u-hyogo.ac.jp](mailto:rg21r078@guh.u-hyogo.ac.jp)

【はじめに】多くの光・電子機能を有する有機薄膜デバイスでは有機薄膜で生成される励起子を利用してはいるが、励起子の一部は金属電極の伝搬型プラズモンによって消光する。これは、バルクの金属において伝搬型プラズモンが励起子のエネルギーを吸収しつつ発光サイトから離れ去ることが原因である。光・電子デバイスでは金属電極としてバルクの金属が必要であり、伝搬型プラズモンによる消光は不可避な問題となっている。この問題を払拭するために、我々は Whispering Gallery Mode (WGM) 共振器を用いて、伝搬型プラズモンを局在型プラズモンのように励起子の近傍に局在化させることを着想した。最近、この原理を直径 20  $\mu\text{m}$  のシリカマイクロビーズに金属薄膜を挿入したプラズモニック WGM 共振器に応用し、励起子の消光を抑制することに成功した [1]。本研究では、さらに小さな直径にすることで伝搬型プラズモンを局在化させやすくし、消光の抑制のみならず発光増幅を発現させるプラズモニック WGM 共振器の作製を試みた。

【実験・シミュレーション】フォトリソグラフィを用いてガラス基板表面に直径 3~10  $\mu\text{m}$  のディスク構造を作製した。その上から金属層 (アルミニウム)、スペーサー層 ( $\text{SiO}_2$ )、発光層 (terfluorene, Fig. 1(a)) の順に成膜し、WGM 共振器を作製した (Fig. 1(b))。作製した共振器を用いて発光スペクトルを取得した。また、波動光学計算ソフト COMSOL<sup>®</sup>を用いて有限要素法による固有周波数解析を行った。

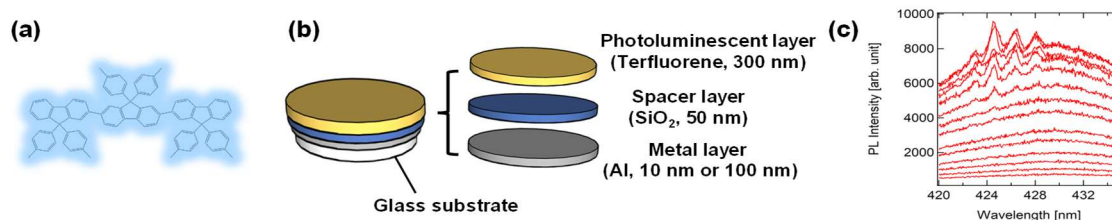


Fig.1. (a) The chemical structure of Terfluorene. (b) Schematic of WGM resonator. (c) Dependence of the photoluminescence spectrum on the excitation intensity when 10-nm-thick aluminum film was used for the metal layer.

【結果】励起光強度を上げると、WGM のピーク波長において ASE による発光強度の増大とスペクトルの先鋭化が観測された (Fig. 1(c))。特に、金属層 10 nm を含む共振器では、金属層を含まない参照試料に比して ASE 閾値が低減した。これは、表面プラズモンによる発光増幅効果が生じたことを示唆する。講演では、金属の膜厚、共振器の直径と ASE 閾値の関係についても報告する。

【謝辞】本研究は科研費 (23K04881), カシオ科学振興財団, 池谷科学技術振興財団 (0351173-A), 双葉電子記念財団 (233042), コニカミノルタ科学技術振興財団, 加藤科学振興会, 日本板硝子材料工学助成会の研究助成により実施されたものである。

【参考文献】 [1] M. Takaishi, et al., *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2024, 26, 10796-10803.