

プラズモニックチップにおけるプラズモンモードの顕微分光解析 Microspectroscopic analysis of a plasmon mode on the plasmonic chip

関西学院大理工¹ ○(B) 千田 雛子¹, 當麻 真奈¹, 田和 圭子¹

Kwansei Gakuin Univ.¹ °Hinako Chida¹, Mana Toma¹, Keiko Tawa¹,

E-mail: ktawa@kwansei.ac.jp

これまで我々のグループでは、金属薄膜表面の周期構造(プラズモニックチップ)上に生成する格子結合型表面プラズモン励起増強蛍光(GC-SPF)を用いた高感度バイオセンシングや細胞の蛍光イメージングを行ってきた^{1,2)}。蛍光顕微鏡イメージングでは、GC-SPF による細胞の明るい蛍光像が得られているが、どのプラズモンモードによって蛍光が増強されているかを明らかにしていなかった。そこで本研究では、顕微鏡に分光器を取り付け、反射と透過の2つの光学系で顕微分光計測を行い、ピークのプラズモンモードを明らかにした。また、一次元周期構造(L&S)と二次元周期構造(ホールアレイ)に生成されるプラズモンモードの違いについても調べた。

ピッチ 480 nm の一次元と二次元構造をナノインプリント法によりカバーガラス上に形成した。これらに rf スパッター法を用いて金属薄膜を Ti, Ag, Ti, SiO₂ の順に成膜し、Ag 膜厚が 40 nm のプラズモニックチップとした。顕微分光観察では、EMCCD カメラ (Luca-r, Andor) と像撮影へ切替え可能な分光器 (KNGCLP-50, Just Solution) を正立側に、ハロゲンランプを正立側と倒立側の両方に搭載した正倒立顕微鏡を用い、正立側で 2 倍(NA0.06)、倒立側で 5 倍(NA0.13)の対物レンズが用いられた。顕微反射分光及び顕微透過分光計測は水界面で行われた。顕微蛍光分光計測は、(3-Aminopropyl) triethoxysilane 処理をしたチップ表面に、蛍光ナノ粒子 FluoSpheresTM, carboxylate-modified microspheres, yellow-green fluorescent [YG] ($\phi = 20$ nm, Ex/E_m = 505/515 nm) を結合して行われた。

一次元と二次元のプラズモニックチップに対し、反射及び透過スペクトルで見られたピークをそれぞれプラズモンモードに帰属できた。また、一次元プラズモニックチップにおける透過光学系での蛍光増強スペクトルでは、YG の最大発光波長が 515- 550 nm であるにもかかわらず、波長 670 nm に平らな金属面より 8 倍増強したピークが見られた(Fig.1)。これはピッチ 480 nm の $m = 1$ 格子ベクトルとの結合モードによることがわかった。[謝辞]本研究は JSPS 科研費 16H02092 の助成を受けたものです。光硬化性樹脂をご提供していただいた東洋合成工業に感謝いたします。

1) K. Tawa, S. Izumi, C. Sasakawa, C. Hosokawa, M. Toma, *Opt. Express*, **25**, 10622(2017).

2) S. Izumi, N. Hayashi, S. Yamamura, M. Toma, and K. Tawa, *Sensors*, **17**, 2942(2017).

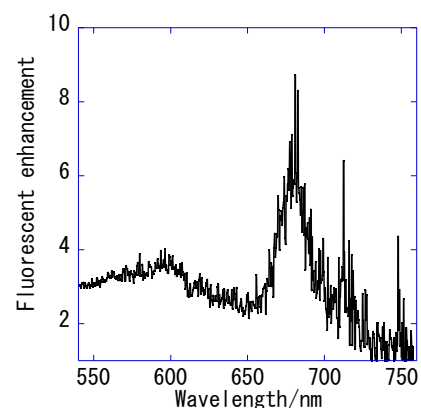


Fig.1 Fluorescence enhancement spectra of YG under the microscopic transmission system with the 1D plasmonic chip.