

Bull's eye 型プラズモニックチップの 中心構造に依存した増強蛍光強度分布

Distribution of Enhanced Fluorescence Depending on the Center Structure of the Bull's eye-plasmonic Chip

関西学院大院理工 ○(M2) 泉 章太, (P) 箕嶋 渉, 當麻 真奈, 田和 圭子

Graduate school of Science and Technology, Kwansai Gakuin Univ.

E-mail: ktawa@kwansai.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) を用いた高感度な蛍光顕微鏡イメージングに取り組んできた。顕微鏡下の対物レンズによる照明では、Bull's eye 構造(Fig.1)と呼ばれる同心円状の周期構造を用いることで、全方位角からくる照射光成分を表面プラズモン共鳴に対して効率よく利用することができる。本研究では、Bull's eye 構造の中心構造の凹凸とその幅(1周期か1/2周期)の組み合わせにより4種類(凹1周期、凹1/2周期、凸1周期、凸1/2周期)を準備し、それぞれの表面に蛍光標識ビーズを結合させ、蛍光顕微鏡を用いて蛍光強度分布を比較した。

4種類の Bull's Eye 構造形成は、ナノインプリント法ではモールドの凹凸がレプリカで反転することを利用して、ピッチ 480 nm の2種類のモールドと、Scheme(Fig.2)の矢印内に示された2種類の光硬化性樹脂(PAK-02-A および PAK-TRAD03W)を用いて行われた。そしてこれらに、rf スパッター法を用いて Ti, Ag, Ti, SiO₂ 薄膜を順に成膜した。Ag の膜厚は 100~150 nm であった。表面を (3-Aminopropyl) triethoxysilane で処理し、表面が-COOH で修飾された直径 20 nm の蛍光標識ポリスチレン (PS) ビーズ(極大吸収波長 λ_m は 660 nm)を結合した。蛍光観察は光源にハロゲンランプ、検出器に EM-CCD カメラが装備された正立蛍光顕微鏡で、対物レンズは 10 倍 (NA= 0.30)、40 倍(NA=0.75)および 100 倍 (NA= 0.95)を使用した。4種の異なる中心構造をもつ Bull's eye プラズモニックチップにおいて蛍光像を比較したところ、中心付近における蛍光強度、および Bull's eye 構造全体での平均の蛍光強度に差が生じた。凹 1/2 周期型(Fig.3(a))では中心付近で周辺部よりも強い蛍光が観測されたのに対し、凸 1/2 周期型(Fig.3(b))では、中心の一点において局所的な蛍光増強効果が見られた。当日は、FDTD 法を用いた Bull's eye 構造中心における電場の計算結果についても報告する。

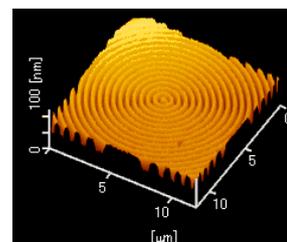


Fig.1 AFM image of the Bull's eye-plasmonic chip. (凸 full-pitch type)

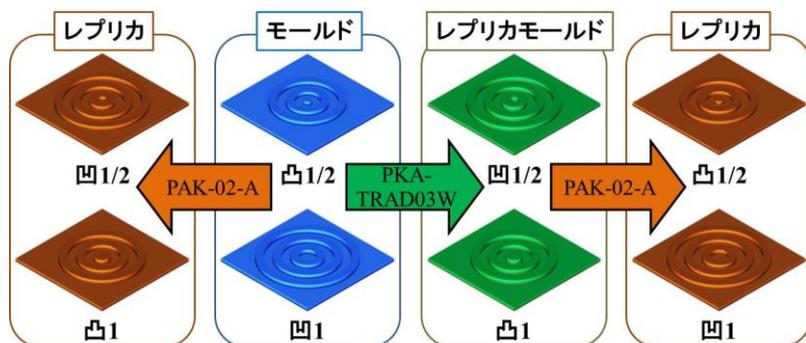


Fig.2 Scheme of the fabrication of Bull's eye structures using nanoimprint method.

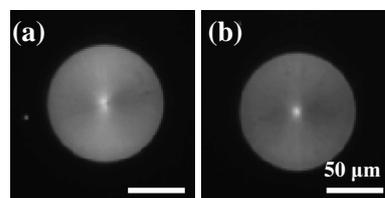


Fig.3 Fluorescence images of the 凹 half-pitch type (a) and the 凸 half-pitch type (b).

[謝辞] 光硬化性樹脂 PAK-02-A および PAK-TRAD03W をご提供いただいた東洋合成工業に感謝いたします。本研究は、JSPS 科研費 JP16H0292 の助成を受けたものです。

[参考文献] K. Tawa et al., Optics EXPRESS, 2017, 9 (25), pp 10622-10631