

プラズモン援用フェムト秒レーザ多光子還元による複合金属構造の作製 Hybrid plasmonic structures fabricated using femtosecond laser multi-photon reduction

山形大院理工¹, °西山宏昭¹, 大関透典¹

Yamagata Univ.¹, °Hiroaki Nishiyama¹, Yukinori Ohzeki¹

E-mail: nishiyama@yz.yamagata-u.ac.jp

表面プラズモン共鳴は、金属-誘電体界面で生じる自由電子の集団的振動であり、微小空間での高い光閉じ込め効果を利用した超高感度センシングや微弱光での光トラップなどが注目されている。これまで、ナノ粒子など比較的シンプルな金属構造を用いた局在プラズモン共鳴に関する報告が多くなされているが、より高い光閉じ込め効果を得るには、高次の金属ナノ構造形成技術の開発が求められる。我々は、硝酸銀水溶液に浸した金属周期構造にフェムト秒レーザ光を照射することで、プラズモニック効果に起因した Ag ナノ粒子析出が起こることを報告した。本研究では、このプラズモン援用多光子還元を与える基板構造の影響を調べるとともに、金属周期構造と Ag ナノ粒子から成る複合金属構造が示す高い電場増強度について報告する。

多光子還元には、フェムト秒ファイバーレーザ (中心波長 780 nm, 繰り返し周波数 100 MHz) を用いた。金属周期構造は、電子線ビームリソグラフィおよびプラズマエッチングで作製した。

硝酸銀水溶液中でのフェムト秒レーザ多光子還元挙動は、析出基板に強く依存し、SiO₂ 基板上では容易に析出からバルク化するのに対し、金属平板上では、析出自体がほとんど観察されず、アブレーションへの移行が起こりやすい。一方、フェムト秒レーザ光と高効率に結合するプラズモニック構造上では、ナノ粒子が析出し、バルク化は起こりにくい。図 1 は、金属周期構造上での Ag ナノ粒子の光析出によって形成した金属複合構造上に蛍光溶液を塗布した際の蛍光顕微鏡像である。金属複合構造のサイズは 50 μm² であり、これを単一ユニットとしてレーザ走査により複数形成した。金属複合構造部での蛍光は、周辺よりも強く、電場増強度がより高いプラズモンモードが生じていることが分かる。当日は、析出挙動とともに、電場増強度が高まる機構についても報告する。

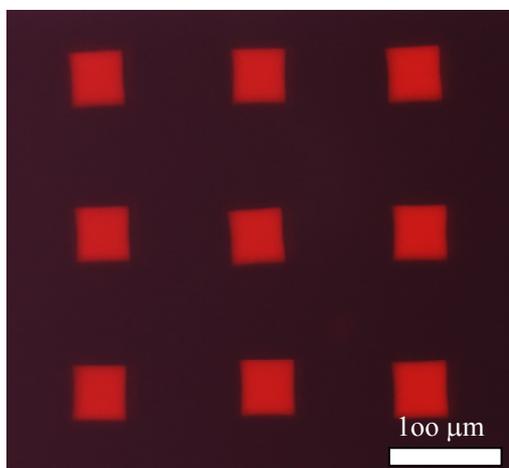


Figure 1 Fluorescence microscope image of hybrid plasmonic structures fabricated using femtosecond laser multi-photon reduction.