

一次元・二次元金ナノロッド配列系の第二高調波発生

Second harmonic generations from for 1D and 2D periodic arrays of Au nanorods

静大院工, °二橋 俊介, 小野 篤史, 川田 善正, 杉田 篤史

Shizuoka Univ., Shunsuke Nihashi, Atsushi Ono, Yoshimasa Kawata, °Atsushi Sugita

E-mail:sugita.atsushi@shizuoka.ac.jp

互いに近接した金属ナノ粒子クラスター系の表面プラズモン応答現象に大きな注目が集められている。互いに接近した金ナノ粒子を表面プラズモン共鳴励起すると、それぞれに励起された表面プラズモン分極が近接場相互作用を介して結合する。本研究では、一次元及び二次元的に周期配列した金属ナノロッド系の第二高調波現象を調整することにより、この近接場相互作用が非線形光学特性に及ぼす効果を検討した。

実験では、ロッド長軸と共線方向に一次元配列した系、ロッド長軸と垂直方向に一次元配列した系、二次元方向に等間隔で配列した系を用意した(Fig. 1)。基本ユニットとなる金ナノロッドの寸法は、長軸 160 nm、短軸 100 nm、高さ 50 nm とした。いずれの配置でもロッド間隔 Λ を 100 から 500 nm とした。一次元配列系では、隣接粒子間隔を 500 nm とした。

励起光は波長 800 nm のフェムト秒光パルスである。Fig. 2 に検討した三種類の系より放射された第二高調波光強度を粒子間隔の関数として示した。いずれのもプローブ光の偏光はロッド長軸に平行とし、基板に対し 45° の入射角度で励起した。各系における表面プラズモン共鳴は粒子の配列方法や粒子間隔に依存する。SHG 強度は励起波長である 800 nm での散乱強度を 2 乗した値によって規格化し、金ナノロッド 1 個当たりの SHG 変換効率を算出した。

一次元配列系では、粒子の配列方向に依存せず SHG 発生効率はロッド粒子間隔にほとんど依存しなかった。散乱強度、すなわち電場の増強度が、粒子間隔に依存していることを考えると、波長変換効率は粒子近傍の電磁場の強度によって決定されるものと言える。一方、二次元配列系では SHG 発生効率は粒子間隔が狭くなるのに従い、低下する傾向が見られた。二次元配列系ではプラズモン分極と同軸及び短軸方向の連成がともに可能である。そのため、電場の閉じ込め効果の大きな一次元配列系とは異なり、連成による大きな電場増強効果が生じなかったため、高い波長変換効率が得られなかったものと考えている。

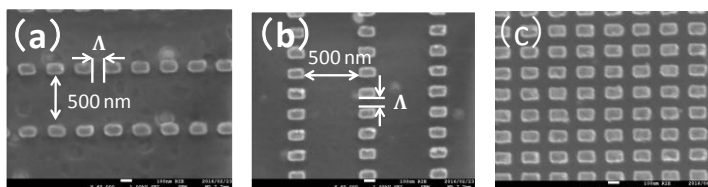


Fig. 1 SEM images of (a) coaxially and (b) vertically arranged 1D arrays, and (c) 2D arrays of Au nanorods.

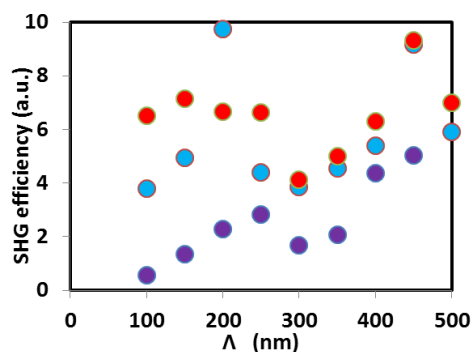


Fig. 2 SHG intensities from 1D coaxial (blue), 1D vertical (red), and 2D arrays (black circles) of Au nanorods as a function of edge-to-edge separations.