

二次元フォトリック構造による高効率プラズモン変換と光触媒応用

Highly efficient plasmon conversion and photocatalytic application by two-dimensional photonic structure

筑波大数理¹, 住友電工²

○付 威¹, 山下 大之², 藤森 利彦², 小野木 伯薫², 胡 凱龍¹, 赤田 圭史¹, 伊藤 良一¹, 藤田 淳一¹

Univ. of Tsukuba.¹, Sumitomo Electric Industries, Ltd.²,

○Wei Fu¹, Daiji Yamashita², Toshihiko Fujimori², Takamasa Onoki², Kailong Hu¹,

Keishi Akada¹, Yoshikazu Ito¹, Jun-ichi Fujita¹

E-mail: s1920353@s.tsukuba.ac.jp

[背景] 光触媒の代表的な例として酸化チタン (TiO₂)がある。酸化チタンのエネルギーギャップは 3.2 eV で 385 nm(紫外領域)に相当する。つまり、太陽光は赤外から紫外の幅広いスペクトルを持つが、その一部しか利用できないことになる。光触媒効率の向上のためには、赤外領域光の 2 光子吸収を用いる方法が有効である。金属の周期構造により、赤外から可視領域の光を金属表面でプラズモン変換し、集光構造によって中心部位で集光させれば、非常に強い局在した光を形成することができる。この局在光を用いれば、2 光子吸収効率が飛躍的に向上すると期待される。

[実験] 表面プラズモンを励起させるような共鳴周期パターンはリソグラフィ法で作製した。リソグラフィ装置で短時間露光することにより、レジストの表面に約 100 nm の段差のパターンを作製し、プラズマスパッタでおよそ 80 nm の金薄膜を蒸着した。その後、SEM で構造を観察し、光反射スペクトル測定からプラズモン発生を評価した。作製した構造は光学顕微鏡を用いて集光性を確かめた。また、光触媒によるメタノールの脱水素反応によって生成した水素の量から、デバイスの性能を評価した。

[結果] 反射スペクトルにより、周期が短いほど表面プラズモン吸収端の位置が短波長領域にシフトすることがわかった。共鳴周期が 1.5 μm の場合は、入射光 35°以上の入射に対して、波長 770 nm 以下の領域で強い表面プラズモンの励起が観察された(Fig.1)。 (Fig.2)に作製したピッチ 1.5 μm のフレネルゾーン型プラズモン変換デバイスの構造をしめす。532 nm のレーザー光をこのプラズモン変換デバイスに照射すると、ゾーン中央の突起部でプラズモン再変換による強い緑色輻射光が観測された(Fig.3)。さらに、TiO₂ ナノ粒子を担持させたプラズモン変換デバイスに 50%メタノール水溶液中で自然光 (1000 W/m²) を照射したところ、約 0.662 mL/DAY の気泡の生成がみられ、比較対象とした単純な金メッキ SiO₂ 板に対して、有意な差が得られた。

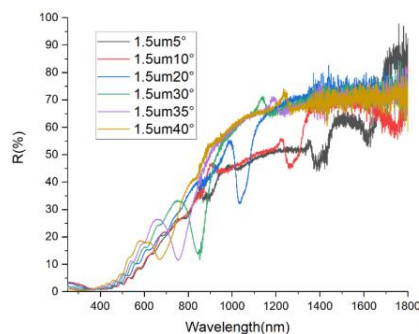


Fig. 1 Reflection spectrum of linear periodic structure

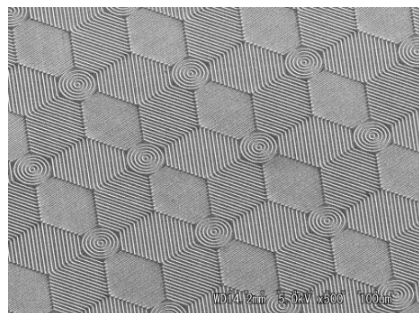


Fig. 2 The design of optical-antenna zone plate structure

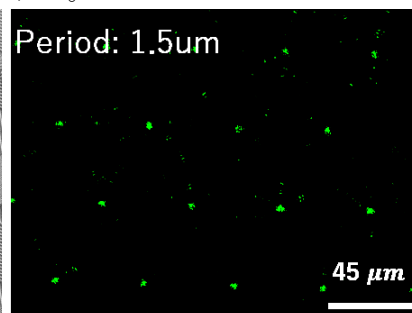


Fig. 3 Light emission from concentrated surface plasmon.