

エネルギー反応学講座 量子エネルギープロセス分野

— 固体エネルギー機能材料を調べる —

当分野では、おもにレーザー等を用いた固体機能材料の解析を行っている。多種多様な機能を持ったエネルギー機能固体酸化物、光機能ガラス、電気化学的手法により作成された半導体薄膜を対象とした光学物性の探求を主目的としている。

これらの研究を本年度も継続して行うとともに、以下の研究を京都大学生存圏研究所、同エネルギー理工学研究所の研究グループとの共同研究として行っている。

マイクロ波照射による金属酸化物表面でのプラズマ励起現象と表面変化

近年、気相原料由来のプラズマの反応活性を利用して金属や半導体表面の処理など材料プロセスへの応用が研究されている。これらの研究の多くは、気相原料へのマイクロ波エネルギー投与により生成したプラズマを反応に用いることを前提にしたものである。マイクロ波加熱は、対象物の迅速加熱、迅速応答、選択加熱を実現できることから、近年、金属のみならず、窯業・セラミックス産業、有機材料合成など様々な材料プロセッシング分野で新規の省エネルギー熱源として注目されている。

本研究では、減圧下で金属酸化物バルク試料に対してマイクロ波を照射することで、酸素原子プラズマが生成・放出し、相補的にバルク試料表面が還元される現象であり、二酸化チタンをはじめとして酸化鉄、酸化銅、酸化亜鉛などで同様の現象が見出されている。

金属酸化物試料として二酸化チタン焼結体を用い、2.45 GHz シングルモードマイクロ波照射装置を用いて、減圧下で試料にマイクロ波を照射した。プラズマ分光測定はファイバ CCD スペクトロメーターを使用し 350 nm-1050 nm の範囲をモニタした。照射後の試料は、粉末 X 線回折 (XRD)、ラマン分光、紫外・可視・近赤外分光反射率、および比抵抗測定により評価を行った。

プラズマ分光測定の結果、マイクロ波照射に伴い酸素原子 (777 nm, 845 nm) のピークが確認された (図 1)。処理前後で試料表面は白色から濃青色に変化し (図 2)、分光反射率から求められる吸収係数における照射前に見られた二酸化チタンのバンドギャップ (~ 3.0 eV) は照

射後に消失した。試料色の変化は破断面でも一様に観測されたため^[1]、照射における表面変化は試料表面のみならず結晶粒の表面で起こることが示唆される。また、比抵抗値が大幅に低下し温度下降とともに減少していることから、二酸化チタンが低次酸化状態へ還元されていることが明らかとなった。

[1] T. Sonobe, T. Mitani, N. Shinohara, K. Hachiya, S. Yoshikawa, *Jpn. J. Appl. Phys.*, accepted (2009).

助教 蜂谷 寛

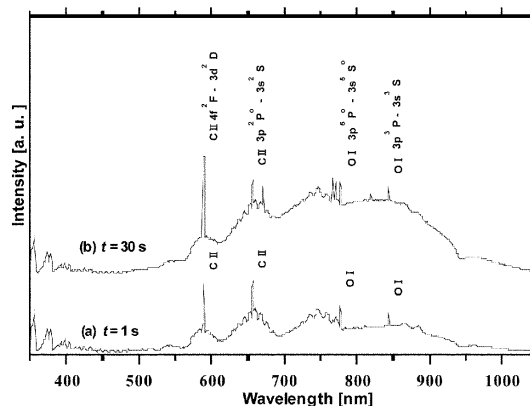


図 1 マイクロ波照射時のプラズマ発光スペクトル：(a) 1 秒後、(b) 30 秒後^[1]

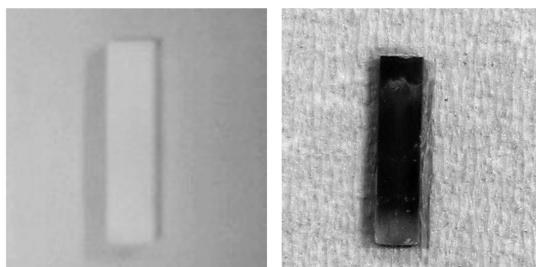


図 2 マイクロ波照射前 (左) 照射後 (右) の二酸化チタン試料