

平成 19 年 2 月 21 日

氏名 于 克鋒 印

## 21 世紀 COE プログラム

拠点：大学院工学系研究科

応用化学専攻、化学システム工学専攻、

化学生命工学専攻、マテリアル工学専攻

“化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成”

### 平成 18 年度 リサーチ・アシスタント 報告書

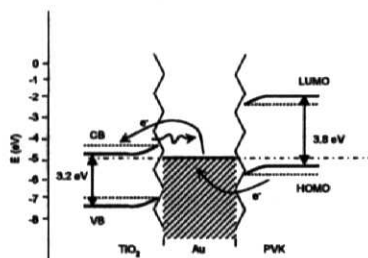
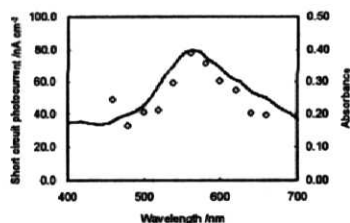
ふりがな 氏 名	ユ ケフェン 于 克鋒	生 年 月 日
所 属 機 関 名	東京大学工学研究科応用化学専攻	
所 在 地	東京都文京区本郷 7-3-1	
申請時点での 学 年	博士課程 2 年	
研 究 題 目	金属ナノ粒子・半導体系による光エネルギー変換	
指導教員の所属・氏名	東京大学生産技術研究所 立間 徹	

## I 研究の成果 (1000 字程度)

(図表も含めて分かりやすく記入のこと)

金属ナノ粒子は、その大きさ、形状に応じて、さまざまな色の光をプラズモン共鳴によって吸収する。その際、粒子が酸化チタンと接触していれば、粒子表面の励起電子が酸化チタンに移動し、電荷分離が起きる。これを利用して、光エネルギーを電気エネルギーに変換できることが、我々の研究で証明された。プラズモン吸収を利用した、従来とは違ったタイプの新しい光電変換デバイスである。本研究では、この金ナノ粒子のプラズモン励起を利用し、電解質溶液の代わりに、ポリ(ビニルカルバゾール)(PVK)などの有機ホール輸送剤や、その他の p 型半導体などを用いた全固体型光電変換デバイスの開発を行った。

スピコーティング法によって ITO 基板上に酸化チタン薄膜を作製し、Au コロイド溶液をキャストし、有機ホール輸送剤や、p 型半導体などをスピコーティングして、セルを構成した。このデバイスの I-V 特性、光電圧、光電流、それらのアクションスペクトルなどを評価した。

図1 TiO<sub>2</sub>/Au/PVKデバイスのバンド構造および光電変換メカニズム。図2 TiO<sub>2</sub>/Au/PVKデバイスのアクションスペクトル (光子数  $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ )。

本セルに可視光を照射すると、光電圧や光電流が観測された。図1には、PVKを用いたセルを例として、各層のバンド図およびエネルギー変換のメカニズムを示している。可視光照射に伴うプラズモン吸収によって、金ナノ粒子表面の電子が励起され、TiO<sub>2</sub>の伝導帯に注入される。一方、PVKのHOMOから金ナノ粒子に電子が移動することにより、電荷分離が起こる。図2から、光電流のアクションスペクトルは金ナノ粒子の吸収スペクトルとほぼ一致していることがわかる。このことから、得られた光電流の変化は、金ナノ粒子のプラズモン吸収によるものであると考えられる。

さらに、PVK以外のホール輸送剤やP型半導体を用いてセルを作製し、それらの特性を比べた。各ホール輸送剤のHOMOまたはVBレベルが高いほど、またホールの移動度が高いほど、セル特性が高いという傾向が見られた。これらの中ではCuIの場合に一番よい特性が得られた。

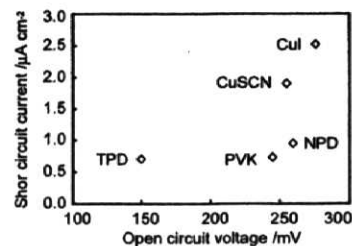


図3 各ホール輸送剤を用いた場合のセル特性の比較

氏 名 于 克 鋒

Ⅱ（１） 学術雑誌等に発表した論文A（掲載を決定されたものを含む。）

共著の場合、申請者の役割を記載すること。

（著者、題名、掲載誌名、年月、巻号、頁を記入）

"Size Effects of Gold Nanoparticles on Plasmon-Induced Photocurrents of Gold-TiO<sub>2</sub> Nanocomposites", K. Yu, Y. Tian, and T. Tatsuma, Phys. Chem. Chem. Phys., 2006, (8), 5417-5420.

氏 名 于 克 鋒

II (2) 学会において申請者が口頭発表もしくはポスター発表した論文

(共同研究者(全員の氏名)、題名、発表した学会名、場所、年月を記載)

"Size effects of gold nanoparticles on plasmon-photoelectrochemical properties of gold-TiO<sub>2</sub> nanocomposites", Kefeng Yu, Koichi Minami, Yang Tian and Tetsu Tatsuma, 21<sup>st</sup> Century COE 3<sup>rd</sup> International Symposium Oct. 3, 2005 Tokyo University

"プラズモン共鳴を利用した固体光電変換デバイスの開発", 于 克鋒, 田 陽, 南 高一, 坂井 伸行, 立間 徹, 電気化学学会, 2006年9月 同志社大学

"Plasmon Resonance-Based Solid-State Photovoltaic Devices", Kefeng Yu, Nobuyuki Sakai and Tetsu Tatsuma, 21<sup>st</sup> Century COE 4<sup>th</sup> International Symposium, Oct.10, 2005 Tokyo University