

研究テーマ ●色素増感太陽電池の薄膜開発による高効率化

理工学研究科（工学系）・電気電子工学専攻 准教授 堀江 雄二

研究の背景および目的

近年、地球温暖化や化石燃料の枯渇などの環境・エネルギー問題が深刻になっている中、太陽光発電の研究が盛んになっています。色素増感太陽電池は、現在最も普及しているシリコン系太陽電池に比べ安価で環境負荷が小さいため、注目を浴びている新型の太陽電池です。しかし、エネルギー変換効率が低いという問題が普及への障害となっています。本研究は各種成膜技術を用いて薄膜のナノ構造を制御し、光励起された電荷移動の損失を少なくすることで、高効率化を目指しています。

おもな研究内容

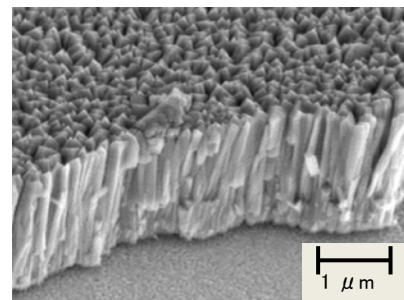
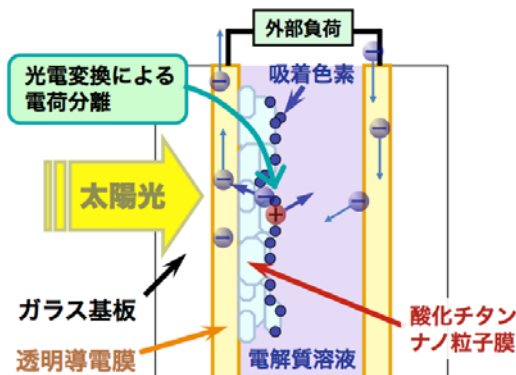
一般的な色素増感太陽電池の構造を下図に示します。酸化チタンナノ粒子上の色素によって太陽光を吸収し、光電変換によって発生した電子を酸化チタン膜と透明導電膜を通して外部に取り出す仕組みになっています。

エネルギー変換効率が低い要因の一つとして、酸化チタンナノ粒子膜から透明導電膜への電子の移動の際のエネルギー損失が挙げられます。

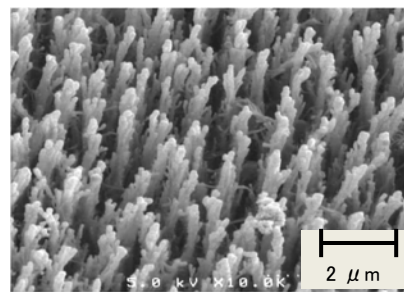
本研究では、低電気抵抗、高光透過性をあわせもつ透明導電膜や、酸化チタンナノ粒子膜や透明導電膜との整合性がよい中間層薄膜、及びそれらの複合薄膜など、色素増感太陽電池に最適化された構造と電気的・光学的特性を持つ薄膜の開発を行っています。

右の写真はその候補になっている特徴的な構造を持つ酸化チタン薄膜の電子顕微鏡写真で、右下の写真のファイバの太さはナノメートルの精度で制御することができます。

色素増感太陽電池の基本構造（模式図）



自己組織化した酸化チタンの柱状結晶
(直径 約200 nm, 長さ 1~2 μm)



テンプレート法による酸化チタンのナノファイバ
(直径 30~300 nm, 長さ 20 μm)

期待される効果・応用分野

色素増感太陽電池は、現在大面積セルで7%程度のエネルギー変換効率が、シリコン系の約15%と同程度になれば爆発的に普及することが予想されています。そのためには、効率を下げる要因を一つずつ潰して行く地道な研究が必要ですが、わずか数%でも効率が上がれば、普及に弾みがつくと期待されます。また、我々は研究の過程で多くの成膜方法を試み、光触媒でもある酸化チタンの様々な特徴を持つ薄膜を得ていて、他の機能を持つ金属酸化物薄膜にも応用できるものと考えています。

共同研究・特許などアピールポイント

●本テーマについては企業との共同研究により特許を出願しています「酸化チタン膜および半導体電極ならびに色素増感型太陽電池」(特願2006-336920) また、光による充電機能を付加した「光蓄電池」への応用も野見山助教と共同で行っています。

コーディネーターから一言

様々な成膜技術を用いて、最適化された構造と特性を持つ薄膜の開発を行うことで、色素増感太陽電池のエネルギー変換効率を上げる研究です。製品化に向けて共同で研究開発を行うパートナー企業を求めています。

研究分野	電子材料、固体物性、薄膜工学、応用物理教育
キーワード	色素増感太陽電池、酸化チタン、薄膜、光蓄電池、光触媒、レーザー蒸着、化学気相蒸着