

最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第 452 号	氏名	郭 世 栄
審査委員	主 査	堀 江 雄 二	
	副 査	白 樂 善 則	
		奥 田 哲 治	

平成29年7月3日に学位論文発表会を開催し、主査及び副査2名を含む約20名の参加のもとで学位論文の内容を約1時間説明したあと、種々の質疑応答があり、論文の内容に対して活発な議論が行われた。以下にその一部を抜粋し、まとめる。

質問1：色素増感太陽電池の発電特性を評価するのに等価回路でモデル化しているが、その中で直列抵抗 R_s 、シャント抵抗 R_{sh} と光発電層-電解液界面抵抗 R_2 の関係を説明して欲しい。 R_{sh} の中に粒界抵抗などを含むのはおかしいのでは？

回答1： R_s は太陽電池セルの直列抵抗であり、 R_{sh} は光発電極中のナノ粒子の粒間抵抗とナノ粒子と電界液間の絶縁抵抗がはしご状になっていると仮定したときの合成抵抗に相当する。それが交流インピーダンス中の R_2 に相当するが、 R_{sh} 中の粒間抵抗と絶縁抵抗を分離するのは難しい。

質問2：電解質は何を使っているのか？ 電解質を変えることでもナノファイバ表面からの漏れ電流を押さえることが出来るのではないか。

回答2：通常、色素増感太陽電池でよく使われているヨウ素系の電解質を使っている。電解質を変えることで漏れ電流が低減できる可能性はもちろんあるが、本研究では光発電層の構造の発電特性への影響に着目しているので、標準的に用いられている電解液を使用している。

質問3：光発電極中のナノファイバが挿入されている厚みが電極厚の5分の1程度と言うことだが、膜厚全体をナノファイバネットワークで覆うことが出来たとき、どのくらい発電効率が上がると見積られるか。ナノファイバが挿入されていない層を通常型と考えることで、発電特性を予想できるのではないか。

回答3：入射光の吸収効率が膜構造によって異なるため容易には見積もることは出来ないが、かなり簡単化されたモデルであれば、見積もることは可能である。

質問4：ナノ粒子をナノファイバネットワーク中に挿入する方法として、酸化チタンナノ粒子を含むペーストをスキージ法で含浸させる方法を採用しているが、それ以外に有効な方法はないのか。

回答4：ナノファイバ層が厚くなればナノ粒子を含む溶液を均一に含浸させることは難しくため、ナノファイバとナノ粒子を同時に成膜する方法を試みたことはある。ただし、この方法でもナノファイバネットワークの隙間をナノ粒子で完全に満たすのは難しく、焼成による収縮率が異なるためナノファイバ破断するなど、克服すべき課題が多々ある。

質問5：透明導電体のニオブドープ酸化チタンのナノファイバ膜のシート抵抗が単体では測定不能なのに、光発電極に挿入すると光励起キャリアの移動度が向上するのはどうしてか。

回答5：光発電極中の酸化チタンナノ粒子よりはナノファイバの方が抵抗が小さく伝導帯も低いため、光照射によって光励起キャリアがナノファイバに集まることで、光伝導性が高くなっていると考えられる。また、ニオブをオーバードープすることで縮退半導体になり、粒界抵抗が低減されると言う報告がある。

以上のように、いずれの質問に対しても、おおむね明瞭かつ適切な回答がなされた。

以上の結果を受け、上記審査委員会は全員一致で、学位申請者は大学院博士後期課程の修了者としての学力ならびに見識を十分に有するものと判断し、博士(工学)の学位を与えるに足りる資格を有するものと認定した。