

教授： 當摩 哲也

Tetsuya Taima

E-mail : taima@se.kanazawa-u.ac.jp

【研究分野】 エネルギーハーベスティング、環境発電、
有機薄膜太陽電池、有機デバイス

【キーワード】 分子配向制御、ナノ構造制御、結晶性制御



研究内容

【背景・目的】

シリコンの代わりに有機材料で構成される有機系太陽電池は、大型の真空製膜装置を用いずに印刷のような塗布法を使えるため、低コスト・省エネルギー・低環境負荷な未来のエレクトロニクス製品になると期待されています。現在、有機半導体を混合する「バルクヘテロ構造」が高性能化をもたらすとして主流になっています。しかし、構造の構築には、分子自体の凝集性・相分離性を利用しており、人為的な制御は全くとられていないため、再現性が悪く、実用化技術としては不向きという問題があります。この問題に対処するための技術開発を行っています。

【概要】

(1) 有機薄膜太陽電池の分子配向制御とナノ構造制御

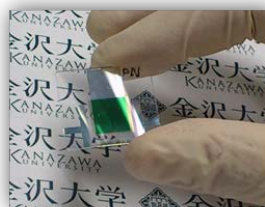
図1に示すような真空蒸着装置を用いて、分子を積層させ太陽電池を作製します。無機半導体CuIと分子の相互作用により分子配向が代わり、太陽電池内部のナノ構造を変えることができました。

(2) 塗布による有機薄膜太陽電池の開発

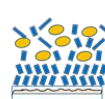
蒸着膜に溶媒環境に置くことで、有機膜がナノ粒子化することが分かりました。この手法を用いることで、理想的な山谷構造を作り出すことに成功しました。

(3) ペロブスカイト太陽電池の開発

上記の技術を元に、変換効率が20%を超える有機・無機ハイブリッドのペロブスカイト太陽電池ヘナノ構造制御を応用しました。材料を混ぜる共蒸着ではなく、有機と無機を数ナノずつを交互に積層する交互積層技術を開発し、性能向上を達成しました。



ZnPc と C60 の共蒸着



ZnPc C60

従来のITO上での相分離



本研究の相分離構造制御



図 有機系太陽電池の写真（上左）、製膜に使う真空蒸着装置の写真（上右）、従来のITO上（下左）と本研究の無機半導体層上（下右）に共蒸着で製膜したバルクヘテロ層の断面電子顕微鏡写真。従来は均一に混合したものが、CuI上では柱状になっている。これは、無機半導体のd軌道と有機分子の π 軌道の相互作用で、有機分子スタックが横向きに変わり、スタックが変わることでバルクヘテロ構造の相分離が柱状の理想構造となった。

最近の論文発表等:

1. Kohei Nojiria, Md Shahiduzzaman, Kohei Yamamoto, Takayuki Kuwabara, Kohshin Takahashi, Tetsuya Taima, Interpenetrating heterojunction photovoltaic cells based on C60 nano-crystallized thin films, Organic Electronics, 38, 107–114 (2016).
2. K. Yamamoto, Y. Furumoto, M. Shahiduzzaman, T. Kuwabara, K. Takahashi, T. Taima, “Degradation mechanism for planar heterojunction perovskite solar cells”, Jpn. J. Appl. Phys, 55, 04ES07(2016) .