

半導体高分子のナノ粒子調製と前駆体とした薄膜の配向構造 Orientation of semiconducting polymer films through nanoparticle precursor

○佐藤 駿実¹、水野 佑²、大野 慶太²、永野 修作³、関 隆広²、増原 陽人¹

(1. 山形大院理工、2. 名大院工、3. 名大 VBL)

○Toshimitsu Sato¹, Tasuku Mizuno², Keita Ohno²,

Syusaku Nagano³, Takahiro Seki² and Akito Masuhara¹

1. Graduate school of Science and engineering, Yamagata Univ.

2. Graduate school of engineering, Nagoya Univ.

3. Nagoya Univ. VBL

E-mail: snagano@apchem.nagoya-u.ac.jp

【緒言】

有機薄膜太陽電池等の有機デバイスにおいて、その薄膜内部の分子配向は、デバイス性能に大きな影響を及ぼす。我々は、半導体高分子をナノ粒子化させ、それらを薄膜前駆体材料として捉える事によりスピコート法とは異なった配向構造の発現を目指している。本研究では、n型半導体高分子として N2200、p型半導体高分子として P3HT を選択し、これらのナノ粒子化およびそのナノ粒子を前駆体とした薄膜の構造評価について報告する。

【実験】

再沈法¹⁾を用いて、半導体高分子のナノ粒子化を行った。良溶媒にクロロホルム、貧溶媒にアニソールやシクロヘキサンを使用した。調製したナノ粒子は、走査型電子顕微鏡 (SEM)、動的光散乱 (DLS)、吸収スペクトル等によって評価した。また、KOH/EtOH 飽和溶液にて表面処理したガラス基板に分散液をキャストし、ナノ粒子薄膜を作製した。作製したナノ粒子薄膜は、SEM、吸収スペクトル、斜入射小角 X 線散乱 (GI-SAXS)等によって特性を評価した。

【結果・考察】

再沈法により調製した N2200、P3HT および N2200/P3HT ハイブリッドのナノ粒子分散液は、いずれもチンダル現象を示した。SEM 観察、吸収スペクトル測定から、ナノ粒子の調製を確認した。一例として、P3HT ナノ粒子の SEM 像 (Fig. 1) および分散液の吸収スペクトルを示す (Fig. 2)。SEM 観察により、100 nm 以下の径を持つ P3HT ナノ粒子が、比較的サイズ単分散にて得られたことがわかる。P3HT ナノ粒子分散液は、溶液と同様なランダムコンフォメーション主鎖由来の吸収(400 - 500 nm)とフィルム等で見られる半結晶部に帰属される吸収(500 - 650 nm)を示した。また、分散液は、60 °C への加熱、5 °C へ冷却により、可逆的に吸収スペクトルが変化するサーモクロミズムを示した。その転移温度は、薄膜の約 150 °C 以上²⁾に比較して約 60 °C と低温であった。これらの結果は、ナノ粒子化による表面領域の増加により、結晶化度が低下、主鎖の運動性が増加した結果と考えられる。

調製したナノ粒子分散液からそれぞれハイブリッド粒子膜、P3HT 単独ナノ粒子膜をキャスト法により調製し、蛍光スペクトルを測定した。ハイブリッド膜は、P3HT ナノ粒子膜と比較し、約 20 % の蛍光強度を示した (Fig. 3)。一方、P3HT および N2200 単独ナノ粒子を体積比 1:1 で混合した膜は、P3HT ナノ粒子膜とほぼ同様な蛍光強度を示した。よって、ハイブリッド粒子膜では、pn 接合による消光が見られたと考察でき、電荷分離性能が優れている結果となった。これは、ナノ粒子内に P3HT と N2200 が混在し、微細な相分離構造が形成されていると予想される。当日は、P3HT、N2200 および N2200/P3HT ハイブリッドナノ粒子分散液のサーモクロミック特性やこれらを前駆体とした薄膜の分子配向構造について報告する。

【参考文献】

- 1) H. Masuhara *et al.*, *Single Organic Nanoparticles*. Springer, Berlin (2003).
- 2) C. Yang *et al.*, *macromolecules*, **29**, 6510 (1996).

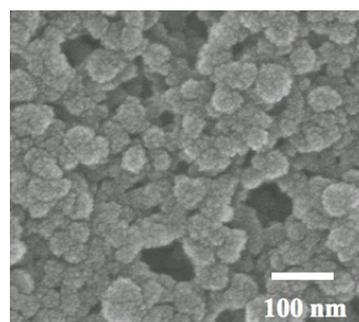


Fig. 1 SEM image of P3HT NPs

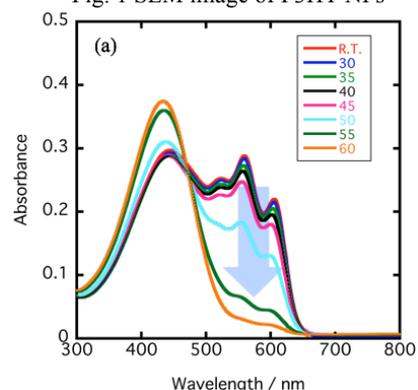


Fig. 2 Temperature dependence of UV-vis absorption spectra of P3HT NPs.

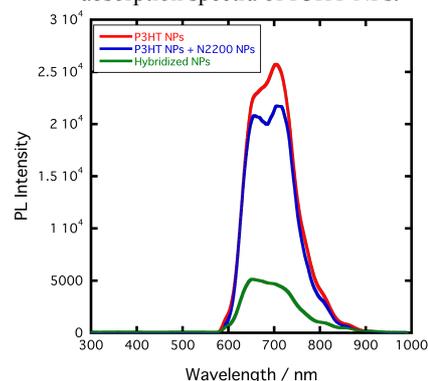


Fig. 3 Photoluminescence spectra of P3HT NPs film, P3HT NPs and N2200 NPs blended film and hybridized NPs film.