

π 共役高分子薄膜の界面ドーピングに伴う 導電特性と結晶性の変化

Conductive properties and crystallinity for

π -conjugated polymer thin film with boundary surface doping

東北大多元研 [○](M1) 二俣開, 小野寺恒信, 山本俊介, ミツ石方也, 及川英俊

IMRAM, Tohoku Univ., [○]Kai Futamata, Tsunenobu Onodera, Shunsuke Yamamoto,

Masaya Mitsuishi, Hidetoshi Oikawa

E-mail: bd.bass@mail.tagen.tohoku.ac.jp

【緒言】 界面ドーピングはサンプル表面にフッ化アルキルシラン誘導体などを吸着させて導電性を向上させる手法であり、従来の化学ドーピングとは異なり、分子配列や結晶構造の乱れを回避できるドーピング手法として期待されている[1]。しかし、導電性が向上する機構には依然として不明な点も存在する。本研究では、結晶性ポリアルキルチオフェン薄膜を対象として、導電性に対する界面ドーピングの効果の解明を行った。

【実験】 ポリアルキルチオフェン誘導体である regioregular poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) (P3HT) ($M_w = 87000$) をクロロベンゼンに溶解させ、スピコート法によりガラス基板上に薄膜を作製した。次に、作製した薄膜を窒素雰囲気下、150°C でアニール処理し、1% 1H,1H,2H,2H-Perfluorooctyltrichlorosilane (FTS) クロロベンゼン溶液をキャストし (液相法)、60°C で1時間乾燥した。その後、界面ドーピング前後の薄膜を粉末法 X 線回折 (XRD) や可視-近赤外吸光分光法で評価した。さらに室温および窒素雰囲気下において四端子法で I-V 特性を測定した。また、van der Pauw 法に基づいた Hall 効果測定を行い Hall 移動度やキャリア密度について解析を行った。

【結果・考察】 スピコート法により、薄紫色に呈色した均一な P3HT 薄膜を得た。P3HT 薄膜に FTS を界面ドーピングしたところ、吸収スペクトルには波長 700–1000 nm 付近と 1200 nm 以降にそれぞれポーラロン、バイポーラロンに起因する新たな吸収ピークが発現した (Fig.1)。次に、界面ドーピング前後で P3HT 薄膜の導電性を比較したところ、いずれの薄膜もオーミックな I-V 特性が得られ、界面ドーピングに伴い導電率は $10^4 \sim 10^5$ 倍向上することを確認した。さらに、Hall 効果測定から Hall 移動度はほとんど変化せず、キャリア密度の増大のみが認められた。これらの事実から P3HT に対する p 型ドーピングが成功していることを確認できた。また、界面ドーピング後の薄膜にはアルキル側鎖が入り子状に集積した会合構造[2]に特徴的な XRD ピークのシフトが確認された (Fig.2)。この結果は、界面ドーピングにより結晶中に分子が入り込んだことを示唆している。当日は、鎖長が異なるポリアルキルチオフェン誘導体への界面ドーピングの結果や、蒸着による界面ドーピング (気相法) についても合わせて報告する。

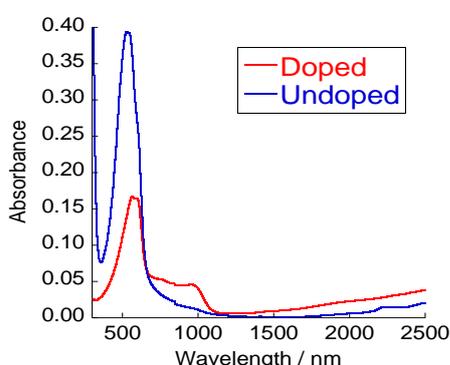


Fig. 1 VIS-NIR spectra for P3HT thin film (blue) before and (red) after surface doping with FTS.

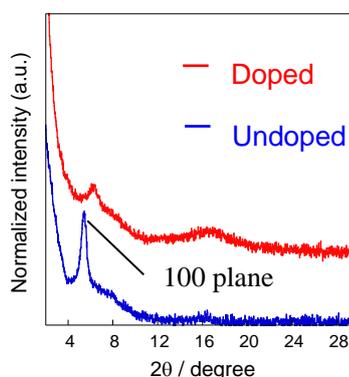
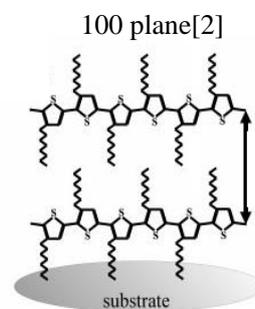


Fig. 2 XRD patterns for P3HT thin film (blue) before and (red) after surface doping with FTS.



参考文献

[1] C. Y. Kao *et al.*, *Adv. Funct. Mater.*, **2009**, 19, 1906., [2] T. Erb, *et al.*, *Adv. Funct. Mater.*, **2005**, 15, 1193.