

分光エリプソメトリーによる PEDOT:PSS, SELFTRON 膜のキャリア濃度評価 Spectroscopic ellipsometry study on the carrier concentration of PEDOT:PSS and SELFTRON films

埼玉大理工研, HORIBA Ltd. 佐藤亮汰, 和才容子, 泉悠樹, 伊達仁基, 石川良, 白井肇
Saitama U., HORIBA, Ltd. R. Sato, Y. Wasai, Y. Izumi, H. Date, R. Ishikawa, H. Shirai

1.はじめに： PEDOT:PSS は一軸光学異方性を有し、DMSO, EG 等の 2 次ドーピングにより 700~1000 S/cm まで増大する。また最近では東ソー（株）より 2 次ドーピングを必要としない自己ドーピング型 PEDOT(SELFTRON[®]H)が開発されている。しかし両者の薄膜におけるキャリア濃度、移動度については未だ明確でない。特にキャリア濃度は Hall 効果や THz 分光により有効質量 m_0 —一定として算出される。一方 Ga ドープ ZnO など無機系透明導電膜ではキャリア濃度に応じた m_0 を考慮することで光学キャリア濃度 N_{opt} と Hall 効果から決定した N_{Hall} との一致が報告されている[1]。今回 PEDOT:PSS、SELFTRON 膜に対して分光エリプソメトリー (SE) と Hall 効果により算出したキャリア濃度 N と移動度 μ との関連について調査した。

2. 実験： サンプルは n-Si(100), ガラス基板上にスピコート法で PEDOT:PSS および SELFTRON 薄膜を膜厚, EG 添加濃度, ポスト熱処理温度を変数として作製し、140°C、30 分の熱処理により作製した。測定は HORIBA-JY 社製 UVisel2 plus により室温で 0.6-5 eV の範囲で行った。解析は常光成分に Drude+New amorphous モデルを用いて、Drude 項の解析から N_{opt} , μ_{opt} , ガラス基板の Hall 効果測定から N_{Hall} , μ_{Hall} を算出した。解析は $N_{opt}=N_{Hall}$ を仮定して常光成分の $\varepsilon_1^0=0$ からプラズマ周波数 ω_p (E_p), 高周波誘電率 ε_∞^0 は

$\varepsilon_1(E)=0$ から決定し, $E_p = \hbar\omega_p = \left(\frac{\hbar^2 e^2 N_{opt}}{m^* \varepsilon_\infty \varepsilon_0}\right)^{1/2}$ の関係から N_{Hall} と m^* の関連を調査した。

3. 結果： 図 1 は膜厚, 各種条件を変化させて作製した PEDOT:PSS, SELFTRON 膜に対して上記の解析から決定した m^*/m_0 と N_{Hall} の関係を示す。図 2 は N_{Hall} と N_{opt} の関係を図 2 に示す。PEDOT を骨格とする導電性高分子に対して上記の条件下で良好な一次の相関を得た。以上の結果は導電性高分子においてもキャリア濃度の増大とともに m^* が増大することを示唆する。一方 μ_{Hall} と μ_{opt} には顕著な相関性は認められなかったが(図 3)、ラマン散乱から μ_{Hall} は PEDOT 重合度との相関が認められた。

4. 結論： PEDOT を骨格とする高分子に対してキャリア濃度に応じた m^* の増大を考慮することで N_{opt} と N_{Hall} は良い一致を示すことがわかった。

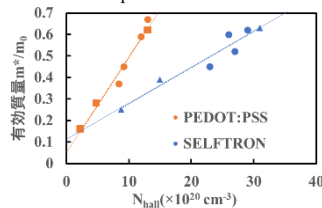


Fig.1 m^*/m_0 vs N_{Hall}

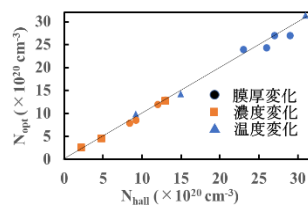


Fig.2 N_{opt} vs N_{Hall}

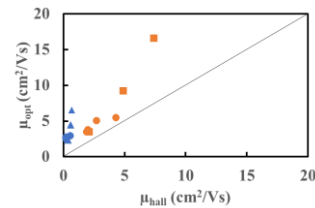


Fig.3 μ_{opt} vs μ_{Hall}

[1] H. Fujiwara and M. Kondo, Phys. Rev. **B71**, 075109 (2005).