

ジフェニルベンジジン骨格含有ポリイミド薄膜を用いた 光電流の印加電圧依存性に基づく電荷輸送機構の解析

(東工大・物質応化) ○武政 千晶, 浅井 茂雄, 石毛 亮平, 安藤 慎治

【緒言】当研究室は、ジフェニルベンジジン骨格を有するポリイミド (PI) が光電導特性を発現することを見出すとともにその機構について検討し、電荷移動 (CT) 相互作用の強化や分子鎖の配向性・凝集の制御によって高い光電導性が得られることを報告してきた^{1,2}。PI における光電導は、光励起により生成したラジカルイオン対が電圧印加により引き離され電流が流れる現象と理解されるが、生成した電荷の輸送機構や緩和機構の詳細は未解明であることから、本研究では光電流の印加電圧依存測定に基づき光照射時の電流の上昇過程や光照射後の電流の減衰過程を評価することで、PI 膜の電荷の輸送機構について検討した。

【実験】光電流測定に用いた測定系及び PI の化学構造を Fig. 1 に示す。ITO 基板上に製膜した PI 薄膜上に銀電極を蒸着し、ITO 電極に正の電圧を印加した状態で暗状態、光照射、再び暗状態の手順でキセノン光源を分光した紫外～可視光を下部から照射し、Fig. 2 に示した電流値の時間変化を微小電流計 (ADC 8340A) にて計測した。測定は窒素雰囲気下のシールドボックス内で行い、印加電圧を 20~200 kV/cm まで 30 kV/cm ずつ変化させた際の光電流の波長分散スペクトルを得た。また PI の比誘電率 ϵ_r は可視域における平均屈折率 n_{av} との関係: $\epsilon_r = 1.1n_{av}^2$ からプリズムカップラで計測した n_{av} より評価した。

【結果と考察】Fig. 2 に示すように、光電流値は印加電圧の増加に伴って上昇した。これは印加電圧増加により、電荷分離効率が向上し電荷量が増加したためと考えられる。また、光照射時/光照射後に電流は徐々に上昇/減少し、その値が飽和するまでに時間を要した。そこで、電流値 $j(t)$ の上昇/減少過程を式 $j(t) = j_0 + Ae^{-t/\tau_1} + Be^{-t/\tau_2}$ でフィッティングし、短い緩和時間 τ_1 と長い緩和時間 τ_2 を評価した。その結果、光照射時の τ_1 は光照射に伴って発生した電荷の分極に起因する変位電流、光照射後の τ_1 は生成した電荷同士の再結合による電荷の失活に起因することが示唆された。また、 τ_2 は両過程ともトラップの占有速度の影響を受け、光照射時にトラップに捕獲された電荷が光照射後にトラップから解放されるため電流が緩やかに上昇/減少することが明らかになった。

【参考文献】

1. 武政千晶;千野徹平;福地翔;浅井茂雄;石毛亮平;安藤慎治, 高分子学会予稿集, 66(1), 3F10(2017)
2. 武政千晶;千野徹平;福地翔;浅井茂雄;石毛亮平;安藤慎治, 高分子学会予稿集, 66(2), 3Z03(2017)

Analysis of Charge Transport Mechanism Based on Applied Voltage Dependence of Photocurrent Using Polyimide Thin Film Containing Diphenyl-benzidine Structure

Chiaki TAKEMASA, Shigeo ASAI, Ryohei ISHIGE, Shinji ANDO (School of Materials and Chemical Technology, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1-E4-5 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8552, Japan), TEL: +81-3-5734-2889, E-mail: takeamsa.c.aa@m.titech.ac.jp

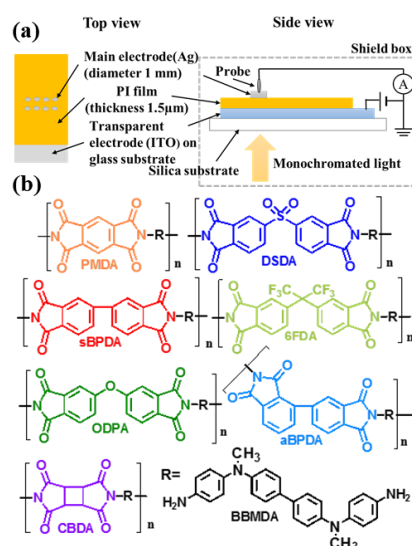


Fig. 1 (a) Configuration of photocurrent measurement, top view and side view and (b) Chemical structures of target PIs

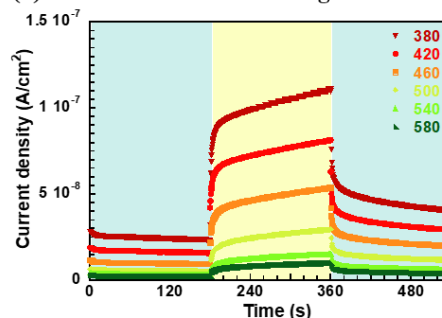


Fig. 2 Current density with respect to time of 6FDA/BBMDA (20 kV/cm)