

有機デバイス界面の電気現象と電氣的・光学的評価手法

Electrical and Optical method for studying interfacial phenomena in organic devices

東工大 岩本 光正

Tokyo Institute of Technology, Mitsumasa Iwamoto

E-mail: iwamoto@pe.titech.ac.jp

有機デバイス中に現れる界面はデバイス機能の要としての役割を担っている。そのため、界面電気現象を評価する手法の開発は非常に重要である。評価手法を考える場合、様々なアプローチが考えられるが、筆者は、誘電・絶縁工学の立場を出発点とし巨視的に界面現象を捉えて評価手法を考案してきた。誘電・絶縁工学の立場で考えると、界面は電流が流れたとき過剰な電荷がマックスウェル・ワグナー効果により蓄積される場所と定義できる。界面電荷蓄積現象は、広義の意味で界面分極の一種である。蓄積された過剰な電荷から、ガウスの法則により新たな電界がデバイス内に広がる。したがって、この電界によってもたらされる電気現象を捉えることにより、界面の様子が理解できることになる。ケルビン法で代表される表面電位法は、発生した電界によって発生する電位を計測できる。これまで、有機トランジスタ内のチャンネルに形成されるポテンシャル分布などが評価されている。一方、筆者らは、過剰電荷から発生する電界が原因となって引き起こされる誘電分極現象に着目し、電界誘起光第2次高調波法によって様々な有機デバイス内の界面の電気現象を光学的に評価する手法を開拓した。有機デバイス内のキャリア輸送の可視化や電界分布評価を可能とし、あわせて、キャリアの挙動を解析する手法も提案してきた。

一方、界面は、有機分子の配列を規制する場所であると考ええると、界面分子の配列を評価する方法が極めて重要となる。界面分子を構成する永久双極子に着眼してみると、界面を境界として双極子は分子配列と同じように一方向に配列する。その配列は完全には一様ではないが、結果として自発分極をもつ層を形成する。この層は双極子層の一種であり、この層を積極的に活用することにより、デバイスの注入電流や動作電圧の制御へと活用できる。一方、この層の評価という面から見ると、電氣的には表面電位法などが活用できる。また、分子オーダーの双極子層の分子配列を評価しようとすれば、光第2次高調波法が利用できる。筆者らは水面上の界面単分子層の分子配列の評価法として、マックスウェル変位電流測定法や光第2次高調波法を提案してきた。

以上述べた方法は、誘電的立場から見ると、界面で起きる物理現象をもとに空間的に広がる電界がもとで生じた現象を評価する方法とみつことができる。しかし、界面では、電荷の授受が起こり、熱平衡状態では最小のエネルギー状態になるように電荷は分布している。そのため、界面のエネルギー構造を把握することが極めて重要となる。エネルギー状態を評価する方法は様々あるが、電氣的方法では、たとえば、熱刺激電流法が用いることができる。また、有機層界面でみられる電荷移動では、移動の結果として引き起こされるエネルギー状態の変化も重要なポイントとなる。その評価には、光学的方法であるCMS法などが活用できる。

本シンポジウムでは、界面の電気現象を評価する視点から、筆者の進めてきた研究を踏まえて、その評価法について講演する。