

有機半導体薄膜デバイスの周波数可変電流検出磁気共鳴

Variable frequency electrically detected magnetic resonance in organic semiconductor devices

群大院理工 [○]増野由圭莉, 福田國統, 浅川直紀

Gunma Univ. [○]Yukari Masuno, Kunito Fukuda, Naoki Asakawa

E-mail: asakawa@gunma-u.ac.jp

緒言

スピントロニクス材料としての有機半導体は、超微細相互作用とスピン軌道相互作用が無機物質と比較して小さいことによるスピンコヒーレンス時間が長いという利点がある。しかし、両者は小さいながらも重要な役割を果たすと考えられる。超微細相互作用は、OLED において発光強度、太陽電池においては起電力に直結する。また、スピン軌道相互作用によって純スピン流が発生し、その取り出されるスピン流により駆動するデバイスが既に実証されている。純スピン流は、エネルギーロスの低い情報のキャリアとなることが期待されておりその発生源となるスピン軌道相互作用はスピントロニクスにおいて極めて重要である。そのため、有機半導体における超微細相互作用とスピン-軌道相互作用それぞれをデバイス形状において評価することは重要と言える。そこで本研究では、ペンタセンショットキーバリアダイオード (PSBD) に対する共鳴周波数可変の電流検出磁気共鳴 (EDMR) 計測により、デバイス素子中の半導体の分子配向に基づいた超微細相互作用やスピン-軌道相互作用の検証を行った。

実験

有機半導体であるペンタセンを用いた PSBD (Au/pentacene/Al) に対して、導波管窓を用いることにより共鳴周波数を可変とした C バンド空洞共振器を用いた EDMR 計測を行い、デバイス中の超微細相互作用とスピン-軌道相互作用の影響を考察した。

結果

EDMR 信号の外部磁場角度依存性は、 $\theta = 90^\circ$ の配置の方が $\theta = 0^\circ$ の FWHM 線幅よりも小さかった (ただし、デバイス基板平面の法線ベクトルと磁場ベクトルのなす角を θ とする)。これらの各スペクトルは Lorentzian 成分 1 成分と Gaussian 成分 1 成分の信号を仮定した場合に、実験スペクトルをフィッティングすることができた。これは、ペンタセン分子上の π 軌道における超微細相互作用の異方性に由来すると考えられる。周波数依存性測定の結果、 $\theta = 90^\circ$ において共鳴周波数の増加に伴う Gaussian 成分の広幅化が観測された。Lorentzian 成分においては、 $\theta = 90^\circ$ と 0° の線幅の明確な差異は観測されなかった。これは、Lorentzian 成分が移動性のキャリアに起因しており、異方性がキャリアの運動により平均化されているためであると考えられる。

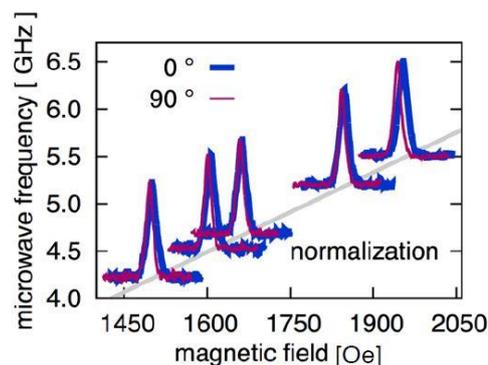


Figure 1: Typical MF-EDMR spectra of PSBD measured are shown. The μ AM-EDMR spectra with constant current of 500 nA were obtained with a modulation frequency of 800 Hz.