

π 共役系分子デバイスの電流検出磁気共鳴と 磁気共鳴駆動型神経シナプス模倣デバイス

Electrically detected magnetic resonance of π -conjugated molecular devices and magnetic-resonance-driven neural synapse-mimicking device

福田國統¹、○ 浅川直紀^{1,2} (1. 群大院理工、2. 群大食健康セ)

Kunito Fukuda¹, ○Naoki Asakawa^{1,2}

(1.Gunma Univ., 2.Gunma Univ. Center for Food Science & Wellness)

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

π 共役系分子は、低コスト・軽量・フレキシブルであるためエレクトロニクスデバイスの機能性材料として注目されている。また近年ではその長いスピンコヒーレント時間から、スピントロニクス分野における関心も高まっている。本発表では、エレクトロニクスデバイスを測定対象とする電子スピン共鳴 (ESR)/電流的検出磁気共鳴 (EDMR) 装置の開発について述べる¹。その実験装置により、ペンタセンやレジオレギュラーポリ (3-ヘキシルチオフェン) を用いた有機半導体デバイスの EDMR 測定を行い、スピン依存過程の解明を試みた²⁻⁴。さらに、ESR/EDMR 実験を用いた磁気共鳴駆動型のニューロモルフィックデバイスの可能性について述べる。

まず、エレクトロニクスデバイスの測定に適した周波数可変 ESR/EDMR 装置の開発を行った¹。従来、市販の ESR 分光計のサンプルサイズは、通常 5mm 以下である。このサイズは、X バンド (9GHz) のマイクロ波空洞のサイズによって既定される。これに代えて、実験室レベルで用いられる 20mm×20mm の典型的なサイズのデバイス素子に対して ESR/EDMR 測定が可能な C バンド (4-6GHz) 空洞共振器を作製した。次に、ペンタセン Schottky 障壁ダイオード (PSBD) に対して、導波管窓を脱着可能なマイクロ空洞共振器を用いた周波数可変 EDMR 測定を行った^{2,3}。EDMR 測定から、ペンタセン薄膜においてスピン依存性キャリア伝導が存在し、さらに、スピン軌道結合が g 因子に及ぼす影響が異方的であることがわかった (Fig.1)³。

最後に、磁気共鳴駆動型のマイクロ波吸収変調機構を用いて ESR/EDMR 装置をニューロモルフィックデバイスに適用する可能性を提案する。今回作製した素子では、マイクロ波強度によって電気伝導性を変調させることが可能である。このことは、マイクロ波を神経伝達物質に見立てると、その量 (強度) によってシナプス後素子を変調していることに相当する。この磁気共鳴駆動型シナプス後素子はマイクロ波の利用により、複雑素子ネットワークを構築した際の配線問題を一部解決する可能性がある。また、電子のスピン状態を操作しているため、デバイスのサイズダウンが可能となりエネルギー消費の低減化も見込まれる。

Refs. 1) K.Fukuda, N.Asakawa, *Rev.Sci.Instrum.*, **87**, 113106 (2016); 2) *J.Phys.D:Appl.Phys.*, **50**, 055102 (2017); 3) *Front.Mater.*, **4**, 24 (2017); 4) *Macromol.Chem.Phys.*, **219**, 1700395 (2018).

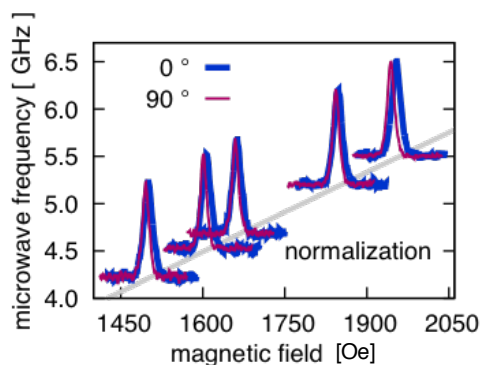


Fig.1 Multi-frequency EDMR spectra for pentacene Schottky barrier diode (PSBD) of Au/pentacene/Al type. The EDMR signals were lock-in-detected using microwave amplitude modulation. Two orientations (0 and 90°) between external magnetic field and a normal vector of the device substrate were examined.