

微小正弦波重畳型変位電流評価法を用いた
Pentacene 有機 MIS 型素子のインピーダンス評価
Evaluation of impedance in Pentacene-based MIS device
by Alternating Current-Displacement Current Measurement

千葉大院融合¹, 千葉大先進², 千葉大分子キラリティ³

○(M1)神林 辰洋¹, (M2)平賀 太一¹, 田中有弥^{1,2}, 石井 久夫^{1,2,3}

GSSE Chiba Univ.¹, CFS Chiba Univ.², MCRC Chiba Univ.³

○(M1)Tatsuhiko Kambayashi¹, Taichi Hiraga¹, Yuya tanaka^{1,2}, Hisao Ishii^{1,2,3}

E-mail: afna7119@chiba-u.jp

有機デバイスにおいて効率の良い電荷注入を実現させるためには電荷注入機構の理解は極めて重要である。これまでインピーダンス分光(IS)や変位電流評価法(DCM)を用いて電荷注入特性が評価されてきたが、ISではDC電圧を使用するためインピーダンス(Z)の方向依存性を評価できず、DCMでは電荷の注入と放出過程を分離して観測できるが、 Z を定量的に評価することができなかった。そこで我々はISとDCMを組み合わせた微小正弦波重畳型変位電流評価法(AC-DCM)を提案している。本研究ではAC-DCMで Z の掃引方向依存性の評価を目的として、一般的な有機半導体であるPentaceneとAuを用いて、金属/絶縁体/半導体(MIS)型素子を作製して評価を行った。

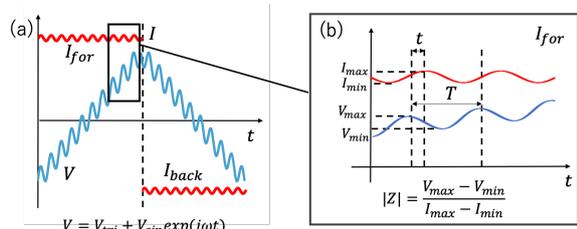


図 1. (a) Applied voltage and its response current in ACDCM
(b) Expanded figure of 1(a)

DCMでは素子に三角波電圧を印加し、容量 C に比例する電流($I = CdV/dt$)を測定する。AC-DCMでは図1(a)のような三角波に微小な交流電圧を重畳した波形を素子に印加することで、応答電流の交流成分からインピーダンス(Z)を定量的に得ることができる(図1(b))。

本研究では p^{++} -Si/SiO₂(100nm)/TTC(30nm)/Pentacene(100nm)/Au(100nm)素子を用いて作製した。(図2挿入図)

作製した素子のDCM測定結果を図3に示す。正バイアス領域で空乏状態の容量 C_{dep} (0.52nF)、負バイアス領域では蓄積状態の容量 C_{acc} (1.16nF)と一致していることから、0V→-3Vの逆方向スキャンでホール注入、

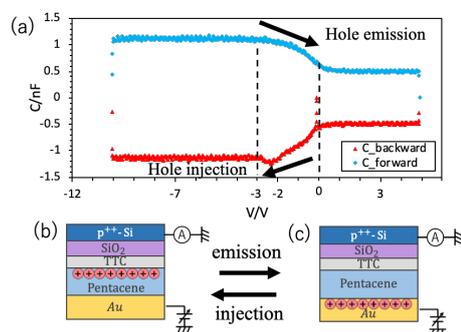


図 2. (a) DCM curve

(b) Hole accumulation and (c) depletion states

-3V→0Vの順方向スキャンで放出が完了していることがわかる。

図4はAC-DCM測定により得た Z の複素インピーダンスプロットを示しており、 Z を順方向(\diamond)と逆方向(\triangle)に分離して評価できていることがわかる。

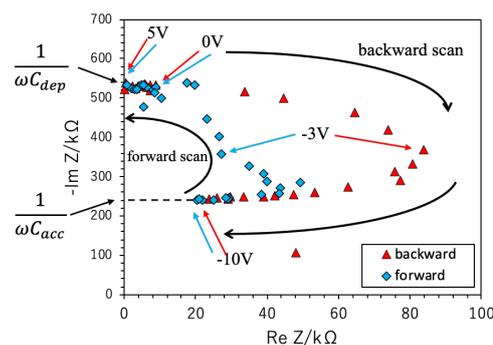


図 3. Impedance plot divided by scan direction when $V = -10V \sim 5V$, $f_{tri} = 1Hz$, $f_{ac} = 62.5Hz$

また、 Z より算出した空乏状態の C_{dep} (0.48nF)と蓄積状態の C_{acc} (1.02nF)はDCM結果と概ね一致しており、AC-DCM測定は妥当であると言える。更に興味深いことに、空乏・蓄積間の遷移領域においては、 Z は円弧を描き、掃引方向の依存性が現れた。この結果は注入過程と放出過程の Z が異なることを示している。講演ではこの起源についても議論する。