

有機 EL 素子のインピーダンス分光法における Negative C の解析

Analysis of Negative Capacitance in Impedance Spectroscopy of Organic Light Emitting Diode

千葉大学大学院融合科学研究科¹, 千葉大学先進科学センター²,

○田村 駿光¹, Hyung Jun Kim¹, 野口 裕^{1,2}, 石井久夫^{1,2}

AIS Chiba Univ.¹, CFS Chiba Univ.²,

○Takamitsu Tamura¹, Hyung Jun Kim¹, Yutaka Noguchi^{1,2}, Hisao Ishii^{1,2}

E-mail: t-tamura@chiba-u.jp

[はじめに]最近、有機 EL 素子のインピーダンス分光法(IS)においてキャパシタンスがあたかも負の様に表れる Negative Capacitance 現象(Negative C)が報告されている[1,2]。しかしながらその原因については様々なモデルが提案されており、定まっていない。今回我々は Alq₃ を含む基本的な有機 EL 素子を用いて、変位電流測定法(DCM)や IS を用いて Negative C の起源について検証した。

[実験と結果] ITO/NPB(70nm)/Alq₃(50nm)/Ca(30nm)/Al(70nm)の素子構造を持つデバイスに対し、我々は DCM 装置の sin 波掃引モードを使い、発光電圧領域で IS 測定を行った。その結果として L. S. C. Pingree らの報告[2]と同様の negative C 現象を確認することができた(図 1)。図 2 は、DCM で観測される電流 $J_{DCM} = J_{act} + C \frac{dV}{dt}$ から、低速スキャンの IV 測定で得られる実電流 J_{act} を差し引いたものである。この結果から、低電圧から高電圧の順方向掃引では、2V 付近までキャパシタンスに比例した変位電流が観測されたが、6V 以上の発光領域においては電流値が負になっていることが分かる。この結果は DCM においても IS で見られている”negative C”が表れることを示している。しかし、電圧を高電圧から低電圧に逆掃引した際に変位電流はプラスに反転しないため、このような順・逆掃引時に見られた負の電流は、いわゆる変位電流ではなく、掃引方向によらない過渡応答成分である可能性がある。そこで電流の過渡応答を詳しく調べるため、図 3 のように 0V から $t = 0$ で電圧 V_{in} を印加した時の電流の時間変化を測定した。すると $V_{in} = 1V$ の非発光領域では過渡電流の変化が 1 秒未満で終わるのに対し、 $V_{in} = 7V$ の発光領域では過渡電流の変化が数百秒にわたって続くことが分かった。すなわち、発光領域の電流値は過渡応答電流によって数百秒の単位で変化している。この過渡電流 I_t に対して $\frac{1}{T} \int_0^T I_t \sin \omega t dt$, $\frac{1}{T} \int_0^T I_t \cos \omega t dt$ を求めると、インピーダンスやリアクタンスが 0 にならない成分が含まれていることが分かった。このことは通常の IS 測定にも影響を及ぼしている可能性を示唆しており、解析には注意が必要である。当日は過渡電流と negative C との関連性を、IS を用いて詳しく議論する予定である。

[1] T. Okachi et al. / Thin Solid Films 517 (2008) 1327–1330,

[2] L. S. C. Pingree et al./APPLIED PHYSICS LETTERS 86, 073509 (2005)

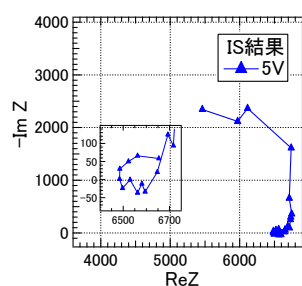


Fig1. IS result in luminous region

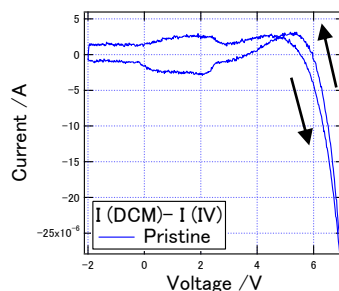


Fig2. DCM wave with Negative C effect

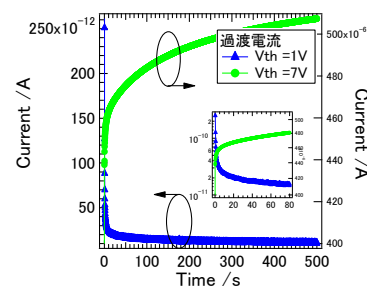


Fig3. Time dependence of Transient current through the device