

高分子発光ダイオードの過渡応答

Device simulation study of transient response of polymer light-emitting diode (PLED)

○富士本 直起¹, 永瀬 隆^{1, 2}, 小林 隆史^{1, 2}, 内藤 裕義^{1, 2}
 (1. 大阪府立大, 2. 大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研)

○N. Fujimoto¹, T. Nagase^{1, 2}, T. Kobayashi^{1, 2}, H. Naito^{1, 2}

(1. Osaka Pref. Univ., 2. RIMED)

E-mail: naoki.fujimoto.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

照明等の可視光に何らかの情報を重畳して通信を行う可視光通信(VLC)は、様々な光源を通信装置として運用することができるため、ユビキタス通信に適している。柔軟性を特長とする有機発光ダイオード(OLED)をVLCの発信源として用いれば、無線通信機能を有した革新的なデバイスの実現が期待できる。しかし、OLEDの過渡EL特性と電荷輸送過程の関連については不明な部分が多い。本報告では高分子発光ダイオード(PLED)において、デバイスシミュレーションを行うことで、過渡EL特性と電荷移動度の関連を明らかにし、高速動作を支配する因子について議論する。

2. シミュレーション結果

デバイスシミュレータ (Atlas, Silvaco)を用いて蛍光ポリマーであるpoly(9,9-dioctylfluorene-alt-benzothiadiazole) (F8BT)を用いたPLEDを仮定し、シミュレーションを行った。Fig. 1挿入図に示す構造のPLEDにおいて方形波を印加した際の過渡EL特性を計算した (Fig. 1)。なお、過渡応答は注入障壁に影響されることが報告されているが[1]、ポリマー発光層の過渡EL応答への電荷輸送過程の寄与を調べるため、オーミック電極を仮定した。Fig. 1に示したPLEDの過渡EL特性を両対数表示した結果をFig. 2に示す。横軸は電圧を印加し始めてからの経過時間を示し、縦軸は規格化した発光強度を示している。Fig. 2において、発光が観測され始める時間を t_d 、発光強度の増加が緩やかになる時間を t_f 、発光強度が飽和する時間を t_s とした。ここで、 t_s は発光強度を時間微分した値がゼロになる時間から求めた。これらの特徴的な時間と電荷輸送過程との関係を探るため、それぞれを電荷の走行時間として移動度を算出したところ、 $\mu_d = 3.62 \times 10^{-5} \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 、 $\mu_f = 1.56 \times 10^{-5} \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 、 $\mu_s = 1.31 \times 10^{-7} \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ となった。正孔移動度 μ_p 、および、電子移動度 μ_n の入力値がそれぞれ、 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 、 $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ であったことから t_f 、 t_s はそれぞれ正孔および電子の走行時間に対応することが分かった。一般に、 t_d は電子、正孔のうちで移動度の高い電荷の走行時間であると解釈される場合が多いが、正孔の電荷密度が準定常状態には達していないため、この時間より移動度を算出すると、実際の移動度と大きく異なる値が報告されている[2]。

上述のデバイスシミュレーションにより、正面輝度の周波数応答特性も計算することができる。その結果、遮断周波数は低い移動度に関連していることが分かった。当日は、PLEDの幾何容量の影響も考慮したシミュレーション結果についても議論する。

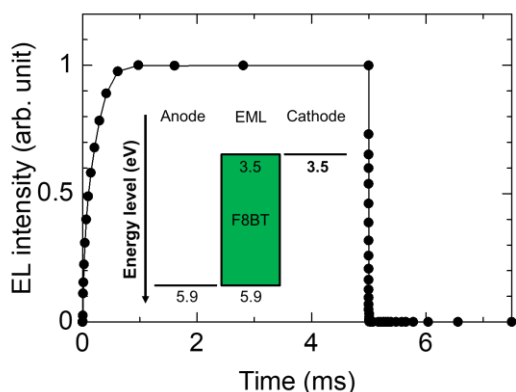


Fig. 1 Simulated transient EL waveform. Energy diagram of PLED is shown in the inset.

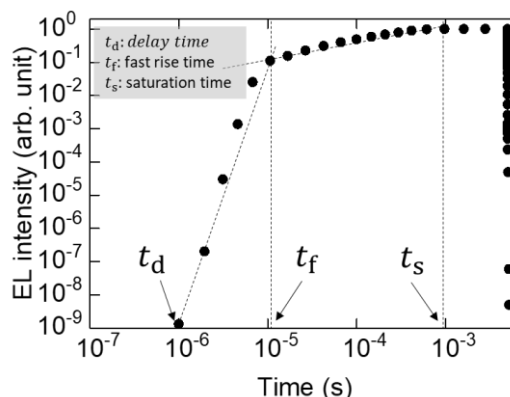


Fig. 2 Double logarithmic plot of simulated transient EL of PLED.

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金 (JP17H01265, JP19H02599, JP20H02716) の助成を受けた。

参考文献 [1] T. Fukuda, B. Wei, M. Ichikawa, and Y. Taniguchi, Jpn. J. Appl. Phys. **46**, 7880 (2007). [2] D. J. Pinner, R. H. Friend, and N. Tessler, J. Appl. Phys. **86**, 5116 (1999).