

負の静電容量の挙動に着目した有機 EL 素子の劣化メカニズムの解析

Degradation mechanisms of organic light-emitting diodes : two different frequency dependences of negative capacitance before and after degradation

大阪府大¹, 大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研²○高田 政志¹, 古田 卓¹, 永瀬 隆^{1,2}, 小林 隆史^{1,2}, 内藤 裕義^{1,2}Osaka Pref. Univ.¹, RIMED² ○M. Takata¹, S. Furuta¹, T. Nagase^{1,2}, T. Kobayashi^{1,2}, and H. Naito^{1,2}

E-mail: mtakata@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】 有機 EL 素子において、動作機構の解明、特に劣化メカニズムの解析はデバイスの長寿命化において不可欠である。有機 EL 素子のインピーダンス測定において、静電容量が負となる現象が報告されているが[1]、その挙動が劣化の前後で大きく変化することを見出している(Fig. 1)。すなわち、劣化の前後における静電容量の周波数特性に着目すると、低周波域において、

(1) 劣化に伴い、負の静電容量の絶対値が減少[2]

(2) 劣化に伴い、負の静電容量の絶対値が増加[3]

する場合を見出している。本研究では、負の静電容量とデバイスの劣化メカニズムの関係を、デバイスシミュレーションにより明らかにすることを目的とした。

【解析】 数値計算は、デバイスシミュレーションソフトウェア ATLAS を用い、電流連続の式およびポアソンの式を自己無撞着に解くことにより行った。

【結果】 電子・正孔の移動度比(μ_n/μ_p)変化時における静電容量の周波数特性を Fig. 2 に示す。ただし、単層構造の有機 EL 素子を想定し、電子・正孔の移動度($\mu_n+\mu_p$) および、再結合定数を固定した。また、注入障壁及び局在準位は存在しないものとした。低周波域では、電子・正孔の移動度バランスを崩していくと、負の静電容量の絶対値は小さくなり、やがて負の静電容量は現れなくなった。このとき、正孔の単電荷デバイスとして機能していると考えられる。

Fig. 3 に、移動度のバランスが取れた状態($\mu_n/\mu_p=1$)で、再結合定数を変化させた場合の静電容量の周波数特性を示す。再結合定数がランジュバン定数(γ_L)以上の場合、活性層に注入された電荷はすべて再結合するため、負の静電容量は観測されない。一方、再結合定数が γ_L より小さい場合、再結合定数が小さくなるに従い、低周波域において観測される負の静電容量の絶対値が大きくなることが分かった。従って、電荷が活性層にて再結合せず、対向電極に到達することで、負の静電容量が観測されるものと考えられる。以上より、負の静電容量の挙動に着目することで、デバイスの劣化原因を定性的に説明(Fig. 1 において、(1)の場合は移動度バランスの低下、(2)の場合は再結合定数の低下)できることが分かった。

【参考文献】

- [1] H. H. P. Gommans, M. Kemerink, and R. A. J. Janssen, Phys. Rev. B **72**, 235204 (2005).
- [2] 岡地崇之. 大阪府立大学, 博士学位論文, 2009.
- [3] Y. Terao, et al., Proc. 15th Int. Display Workshops, 2008, p979.

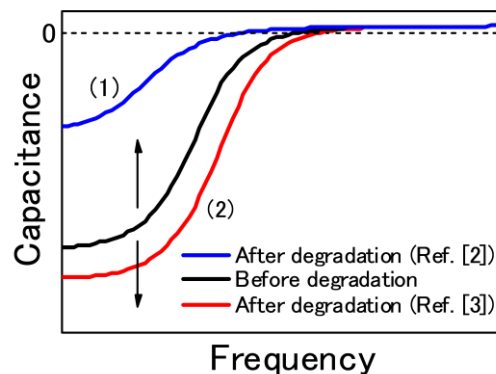


Fig. 1 Illustration of capacitance frequency characteristics before and after degradation [2,3]

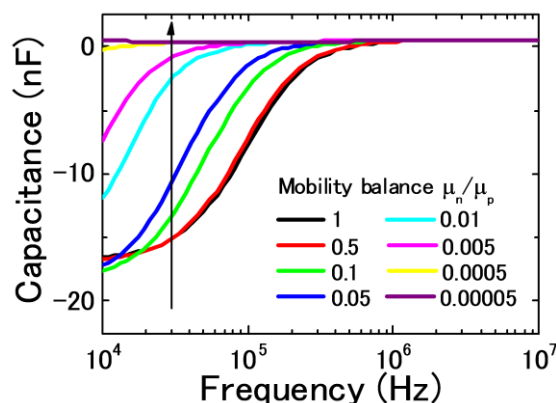


Fig. 2 Capacitance frequency characteristics with various values of mobility balance μ_n/μ_p

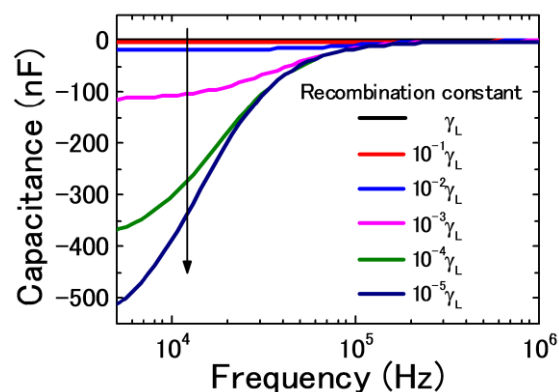


Fig. 3 Capacitance frequency characteristics with various recombination constants