

多層構造からなる有機 EL 素子における、発光状態での キャリア移動度測定

Measurement of carrier mobility for multi-layered organic light-emitting diodes

○奥本肇^{1,2}、大畑浩²、北郷恵行²、久保友明²、宮口敏²、筒井哲夫²(1. 産総研、2. CEREBA)

°Hajime Okumoto^{1,2}, Hiroshi Ohata², Yoshiyuki Kitago², Tomoaki Kubo², Satoshi Miyaguchi²,

Tetsuo Tsutsui² (1. AIST, 2. CEREBA)

E-mail: okumoto-h@aist.go.jp

有機EL素子において、その電荷輸送層のキャリア移動度は、デバイス性能を左右する重要な物性値である。発光する素子状態で、注目する電荷輸送層のキャリア移動度を知ることができれば、経時変化など、移動度とデバイス性能の相関を直接的に検証することが可能となり、利用価値が高いと考えられる。ところが、有機EL素子の複雑な多層構造は、そのような測定を困難としてきた。そこで、空間電荷制限電流を仮定した移動度解析を多層構造に適用し、さらに計測量を工夫することにより、発光状態の有機EL素子において、注目する電荷輸送層の電荷移動度評価を可能とする方法を開発したので報告する。

今回は、典型的な蛍光素子とリン光素子の2種類に関して、その電子輸送層であるAlq₃に注目してその電子移動度評価を行った。注目する電荷輸送層の膜厚 d のみを系統時に変化させ、他層の構造は同一の素子を用意する。導出の詳細は発表において解説するが、素子抵抗 R と電流密度 J について、 $\rho \equiv R \cdot \sqrt{J} = P_1 \cdot d^{3/2} + P_2$ のモデル式が得られる。複雑な多層構造の場合でも、2つの未定パラメータ P_1 と P_2 の問題に簡略化できたことが特徴である。キャリア移動度 μ は、 P_1 が求まれば、 $\mu = 2/(9S^2 \varepsilon \cdot P_1^2)$ の関係から計算できる。ここに、 S は電極面積、 ε は注目する輸送層の誘電率である。

図1は、リン光素子において、計測した $\rho \equiv R \cdot \sqrt{J}$ のAlq₃膜厚依存性を、バイアスを変化させてプロットしたものである。測定値(○)を上記モデル式で当てはめた実線は、非常に良く一致している。当てはめパラメータ P_1 を用いて移動度を求め、さらに注目する薄膜層に加わる電場を計算してプロットしたのが図2である。リン光素子(○)と蛍光素子(●)におけるAlq₃の電子移動度は、素子構造が大きく異なるにもかかわらず、ほぼ同一の傾向が得られた。さらに、TOF法で測定された文献値[1](○)とも良く整合しており、本手法の妥当性が示されている。

参考文献：[1] S. Naka, et al. *Synthetic Metals* **2000**, 111, 331

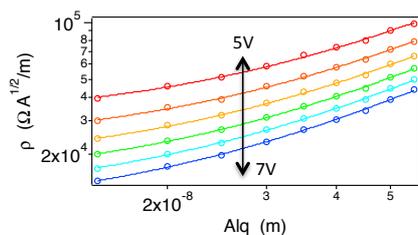


図1. Alq₃ thickness dependence of ρ under a series of bias voltage (circles: measured data, lines: fitting lines using the model formula).

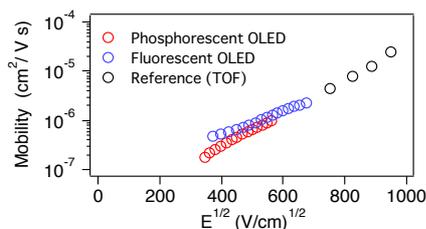


図2. Electron mobilities of Alq₃ for the fluorescent (blue), phosphorescent OLED (red) and reference data (black) measured by TOF[1].