

有機薄膜の密度の厚み依存性

Thickness-dependent density of organic film

北陸先端科学技術大学院大学 ○松島 敏則, 村田 英幸

JAIST ○Toshinori Matsushima, Hideyuki Murata

E-mail: tmatusim@jaist.ac.jp and murata-h@jaist.ac.jp

以前に我々は、0.75 nm の MoO_3 をバッファ層として用いた際の電流密度-電圧特性を SCLC 解析した結果、厚みを増加させるほど α -NPD のホール移動度が増加することを見出した(Matsushima et al., Appl. Phys. Lett. 91, 253504 (2007) and Org. Electron. 12, 520 (2011))。本研究では、 α -NPD の密度を AFM や X 線反射率(XRR)で見積もった結果、基板近傍ではホール移動度に影響を及ぼすと考えられる α -NPD の密度が減少していることを見出したので報告する。

石英基板もしくは 0.75 nm の MoO_3 を成膜した ITO 基板の上に α -NPD を真空蒸着した。蒸着装置内に設置した水晶振動子の周波数シフト(Δf)を用いて α -NPD の蒸着量を制御した(蒸着速度はおおよそ 0.1 nm/s)。 α -NPD の厚みを AFM (VN-8000, KEYENCE)により測定した。また、XRR (X'Pert PRO MRD Epi, PANalytical)測定を行い、フリンジ周期から厚みを、臨界角(ω_c)から膜密度を見積もった。

Fig. 1(a)に Δf を変更した際の XRR プロファイルを示す。 Δf を変更するとフリンジ周期が変化していた。フリンジ周期は有機薄膜の厚みに関係しており、このフリンジ周期から α -NPD の厚みを見積もった。AFM および XRR から見積もった α -NPD の厚みは一致していた。また、 Δf を変更すると ω_c が変化していた。 ω_c の 2 乗は膜密度に比例することが知られており、この ω_c の変化は α -NPD の膜密度が変化していることを示す。

Δf は基板表面に付着した膜の重量に関係しており、 Δf を実測厚み(L)で割った $\Delta f/L$ は膜密度に関係したパラメーターとなる。AFM および XRR 測定から見積もった $\Delta f/L$ および ω_c^2 の L 依存性を Fig. 1(b)に示す。 $\Delta f/L$ および ω_c^2 は同様な傾向で変化し、 L を減少させるほど $\Delta f/L$ および ω_c^2 が小さくなった。この結果は厚膜領域では α -NPD の密度は大きい、薄膜領域では密度は小さくなっていることを示す。 $L=242.5$ nm と比較すると、 $L=19$ nm の時の密度は約 15%減少していた。石英基板および MoO_3 を成膜した ITO 基板の上でも同じ傾向の密度変化が生じており、この現象は基板表面には大きく依存しないと考えられる。

密度が厚みに依存する原因は未だ明らかではないが、密度が小さいと分子間の距離が広がるために、キャリア移動度が減少するはずである。ホール移動度が低くなっていると考えられる低密度領域が基板近傍で形成されているために、 α -NPD 薄膜においてホール移動度の厚み依存性が観測されたのであろう。

当日の発表では、CuPc と Alq₃ の密度の厚み依存性の結果や密度がキャリア移動度や有機 EL 特性に及ぼす影響についても議論したい。本研究は、日本学術振興会の最先端研究開発支援プログラムにより、助成を受けたものである。

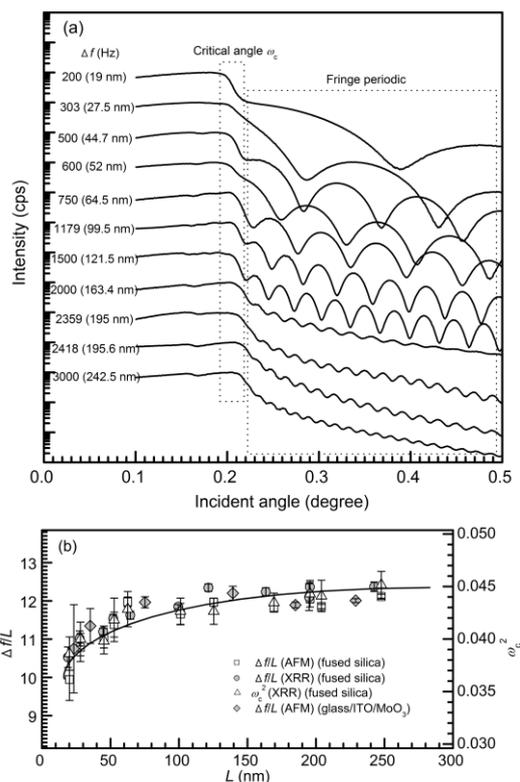


Fig. 1. (a) 石英基板の上に成膜した α -NPD の Δf を変更した時の XRR プロファイル. (b) α -NPD の f/L および ω_c^2 の L 依存性.