

高分子有機 E L 素子の研究開発

磯 智昭*

1. 緒言

有機 E L (Electro Luminescence) 素子は、省電力 (低電圧直流電源で駆動)、高輝度、鮮明な発光色、薄型等の長所を有し、表示用デバイスとして注目されている。その発光材料にはレーザー色素のような低分子を用いることが多く、この場合蒸着法により基板につける。これに対し、有機溶剤に可溶性高分子を発光材料に利用できれば、スピコート法のような蒸着法よりも簡単な方法で発光層の形成ができ、かつ発光面積の拡大が期待できる。

最も簡単な構造の有機 E L 素子は、図 1 のようにガラス基板の上に、陰極 / 発光層 / 陽極といった 3 層構造である。陽極からホール (正孔) が、陰極から電子が発光層中に注入され、ホールと電子の再結合エネルギーにより発光する。

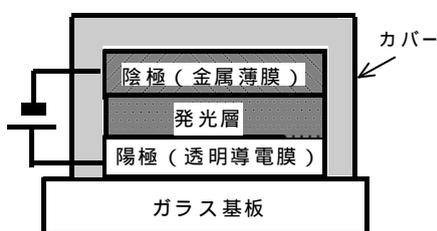


図 1 有機 E L 素子の構造

今年度は素子試作の基礎研究として、当所の有機 E L 試作装置 (株) トッキ製) を用い、発光層や各電極として機能する各種薄膜の形成とその評価を行った。

2. 実験

2.1 基板凹凸の平滑化

陽極 (透明導電膜) / ガラス基板には、市販の I T O ガラス (酸化インジウム / スズ層 (導電層)) を蒸着等によりガラスにつけたものを用いるが、導電層表面には凹凸があるため、その上に導電性高分子をコーティングして用いるのが普通である。

今回、このコーティング材料としてパイトロン (株) バイエル製) を用い、スピコーティングによりコーティングを行った。

表 1 コーティングの実験条件

項目	設定値
回転数	2500 min ⁻¹
回転時間	30 sec
滴下量	0.1 ~ 0.2 ml
乾燥温度	105
乾燥時間	1 hr

2.2 発光層の形成

コーティングした基板の上に、発光材料である高分子の薄膜を形成し発光層とした。方法は、濃度 2 w t % の

高分子溶液を用い、スピコート法により成膜した。

表 2 発光層形成の実験条件

項目	設定値
回転数	2500 rpm
回転時間	30 sec
滴下量	0.1 ~ 0.2 ml

2.3 ホールブロック層の形成

発光層へのホールや電子の注入を促進するため、各電極と発光層の間に電荷輸送層を積層する場合が多い。本研究では発光層から陰極へのホール流出を抑制し、発光層におけるホール - 電子再結合を促進させるため、ホールブロック層を形成する。

今回、この材料にはバソフェナントロリンを用い、蒸着により形成した。

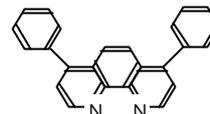


図 2 バソフェナントロリンの化学式

表 3 ホールブロック層形成の実験条件

項目	設定値
重量	0.1 g
蒸着面積	900 mm ² (30mm x 30mm)

2.4 金属電極の形成

素子の金属電極は、カルシウム (内側) / アルミニウム (外側) の 2 層構造を想定しているが、金属表面の状態を把握するため基板にアルミニウム単層を形成する実験を行った。

表 4 金属電極形成の実験条件

項目	設定値
重量	0.23 g
蒸着面積	900 mm ² (30mm x 30mm)

2.5 薄膜表面の観察、凹凸の評価

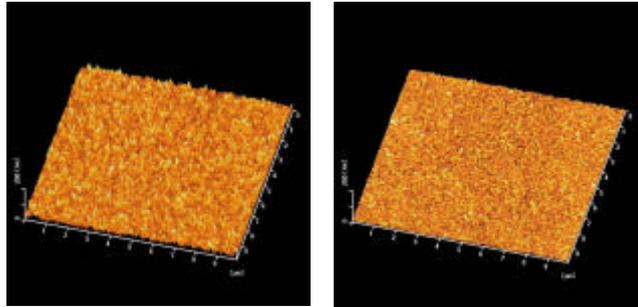
作成した薄膜試料を原子間力顕微鏡 (A F M) により観察し、平均面粗さ (基準面から指定面までの偏差の絶対値を平均した値) 等を計測、表面粗さを評価した (本実験は、(株)三井化学分析センターに委託)。

* 繊維工業指導所

3. 結果と考察

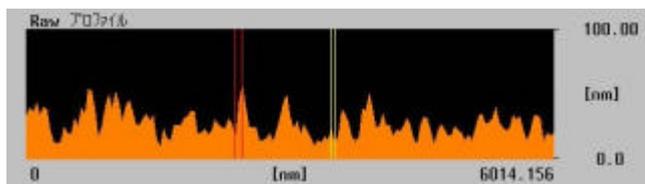
3.1 基板凹凸の平滑化

図2・図3にITOガラス基板上的透明導電膜と、その上に導電性高分子をコーティングした面の観察結果を示す。表面の像は両者とも似ているが、断面を見ると凹凸の様子がかなり異なり、平均粗さRaはITOガラスが8nmに対してコーティング面は2.8nmと、約3倍の差があった。今回の方法が、基板表面の凹凸緩和に効果的であることを確認した。

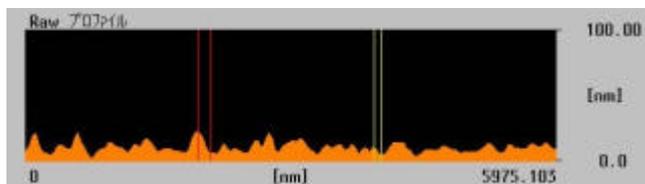


a) ITOガラス表面 b) コーティング面

図2 表面のAFM像



a) ITOガラス表面



b) コーティング面

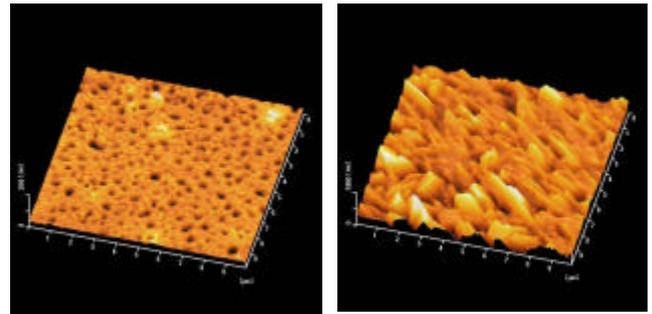
図3 AFM像の断面

3.2 高分子発光層の形成と評価

図4-a)に、発光層表面のAFM像を示す。ITOガラスに見られたような鋭い突起はなく、所々にくぼみ(黒い部分)となだらかな突起(白い部分)があった。これは基板回転中に溶液が均一に広がらなかったこと、下層の凹凸等が原因と考えられる。平均面粗さは2.9nmとコーティング面とほぼ同じで、ショートの原因になるピンホールのない発光層を形成できた。

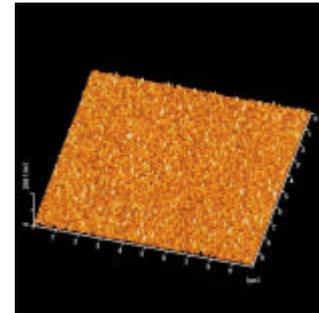
3.3 ホールブロック層の形成と評価

図4-b)に、ホールブロック層表面のAFM像を示す。コーティング面や発光層とは表面の様子が明らかに異なる。これは蒸着時に気化したホールブロック層材料が、結晶成長しこのような形状になったと考えられる。表面の凹凸はかなり大きく、平均面粗さは70nmと、発光層の2.9nmの20倍以上あった。



a) 発光層

b) ホールブロック層



c) 金属電極

図4 各層表面のAFM像

3.4 金属電極の形成と評価

図4-c)に金属(アルミニウム)電極表面のAFM像を示す。コーティング前のITOガラス表面と同様な、細かな凹凸が確認できた。ITOガラスの透明導電膜も蒸着法で形成するので、類似した状態になると考えられる。ところどころに大きめの突起が見られるが、平均面粗さは約4.2nmとITOガラスの約半分に抑えられたことが確認できた。

表5 各層の平均面粗さ(Ra)

層	Ra (nm)
陽極導電膜(基板)	8.0
コーティング面	2.8
発光層	2.9
ホールブロック層	70.0
金属電極	4.2

4. まとめ・成果

- (1) 当所の試作装置を用い、スピンコーティング及び蒸着技術に関する基礎データが得られた。
- (2) 薄膜表面は、形成方法だけでなく材料によって大きく異なることが判明した。

5. 今後の方向・実用化について

- (1) 平滑で良質な薄膜を常時作れるようになるよう、実験方法についてさらに検討する。
- (2) 表示面積の拡大等を図るため、金属電極形成工程である金属蒸着法の検討(多層化、速度制御)を行う。