

C-13-4

蛍光寿命の短い有機材料を用いた高速動作有機LED

Fast response organic light-emitting diode with short fluorescence lifetime material

福田武司¹ 岡田智子² 魏斌² 市川結² 谷口彬雄²
 Takeshi Fukuda Tomoko Okada Bin Wei Musubu Ichikawa Yoshio Taniguchi

(株)フジクラ 光電子技術研究所¹ 信州大学 繊維学部²
 Optics and Electronics Laboratory, Fujikura Ltd. Department of Functional Polymer Science, Shinshu University

1 まえがき

有機LED(Light-Emitting Diode)は、蒸着、インクジェットやグラビア印刷などの低温プロセスで形成可能であるため、ポリマー製のフレキシブル基板にも直接作製することができる。そのため、低コストかつフレキシブルな発光素子を実現する可能性があり、新しい用途として光伝送用の光源が期待されている。しかし、無機材料を用いたレーザと比較すると有機LEDの応答速度は遅い。そのため、有機LEDを光伝送用の光源として実用化するためには応答速度の向上が重要になっている。

有機LEDの応答速度を制限している一つの要因として有機発光層材料の蛍光寿命が考えられている。そこで、本講演では蛍光寿命が有機LEDの応答特性に与える影響について評価を行うことを目的とした。

2 蛍光寿命と蛍光強度の遮断周波数依存性

今回使用した有機材料はBCzVBi、DPVBi、Alq₃、0.5 wt.% coumarin 6: Alq₃、0.5 wt.% rubrene: Alq₃、1.0 wt.% DCM 2: Alq₃の7種類とした。

上記7種類の材料を用いた有機薄膜を作製し、蛍光寿命と蛍光強度の周波数依存性を測定して、蛍光寿命が有機LEDの応答特性に与える影響を評価した。ここで、中心波長390 nm、パルス幅112 fsのTi:Sapphireレーザを有機薄膜に照射して、発生する蛍光をストリークカメラを用いて時間分解で測定して蛍光寿命を見積もった。また、有機薄膜に照射した青色レーザ(波長405 nm)の駆動周波数を変化させながら、蛍光強度を測定することによって周波数依存性を測定した。

図1に7種類の有機薄膜の蛍光寿命と蛍光強度の周波数依存性から見積もった遮断周波数の関係を示す。蛍光寿命と遮断周波数との間には明確な相関関係が見られた。また、今回実験に使用した有機材料の中ではDSBの蛍光寿命が最も短く(0.2 ns)、その時の遮断周波数が160 MHzという結果になった。

3 有機LEDの応答速度

蛍光寿命が最も短いDSBを発光層のゲストに用いた有機LEDの応答特性を評価した。素子構造は4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]-biphenyl (α -NPD) X nm/0.5 wt.% DSB ドープ 4,4'-bis(9-carbazolyl)biphenyl 20 nm/bathocuproine 10 nm/Alq₃ Y nm/LiF 0.4 nm/MgAg (9:1 mol比) 150 nmとして、正孔輸送層(α -NPD)と電子輸送層(Alq₃)の膜厚を変化させてキャリア移動時間が有機LEDの応答特性に与える影響を評価した。図2に(1) X=50 nm、Y=30 nm、

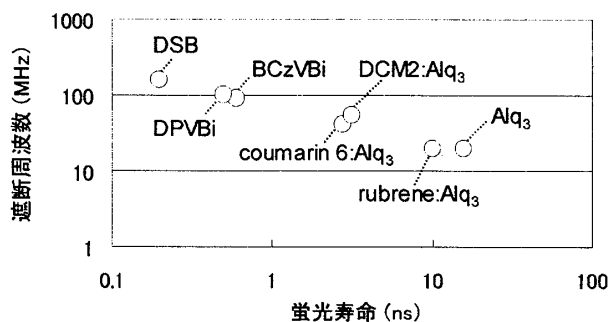


図1 各種有機薄膜の蛍光寿命と遮断周波数の関係

(2) X=40 nm/Y=25 nm、(3) X=30 nm/Y=20 nmの三種類の素子の正弦波応答特性を示す。ここで、正弦波電圧の振幅は5V、バイアス電圧は5Vとした。また、比較のためにDSB薄膜の蛍光強度の周波数依存性も示す。

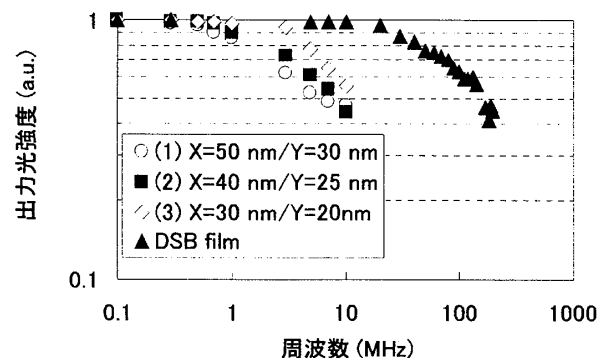


図2 有機LEDの正弦波応答特性

図2から有機層の膜厚が薄い素子の方が正弦波応答特性は向上することが分かる。これは膜厚が薄くなったことで電極から発光層へのキャリアの移動距離が短くなったことが原因であると考えられる。(3)の素子の遮断周波数はおよそ15 MHzであり、DSBの蛍光強度の遮断周波数である160 MHzと比較すると小さい値になっている。この原因として有機層の静電容量やキャリア移動度、金属-有機層界面でのショットキー障壁などが考えられる。

4 まとめ

有機材料の蛍光寿命と正弦波応答特性を測定することで有機LEDの応答速度を評価した。DSBが最も蛍光寿命が短く、遮断周波数は160 MHzとなった。また、DSBを発光層ゲストに用いた有機LEDにおいては素子構造を最適化することで遮断周波数15 MHzを実現した。