

【序論】 有機発光ダイオードの発光機構を解明してより高性能なデバイスを開発していくには、材料として用いられている有機化合物の構造や配向を知ること、発光の起源となる励起子のダイナミクスを知ること、励起子を生成する正・負キャリアの注入・移動・再結合過程に関する知見を得ることが重要である。赤外分光法は物質の構造とダイナミクスに関する情報を与える分光法として広範な分野で使用されてきた。本研究では有機 EL 発光機構についての基礎的研究を目的として、電荷輸送状態にある有機 EL 素子の in situ 赤外スペクトルの測定を行い、Alq₃/ -NPD(図 1) 有機 EL 素子の主に電荷輸送状態・励起状態の印加電圧依存性について検討した。

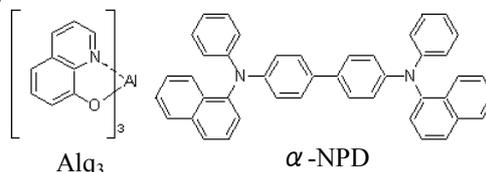


図 1. Alq₃及び α -NPDの化学構造.

【実験】 高感度赤外反射測定法(RAS 法)は、金属表面上の薄膜に対し入射面に平行な偏光を大きい入射角で金属に入射させるため著しく感度を向上させることが出来る。本実験では RAS 法により Alq₃/ -NPD 有機 EL 素子および発光・正孔輸送材料である単体素子 Alq₃ 単層・ -NPD 単層・FL-03 単層)の通電状態、非通電状態、発光状態にある in situ 赤外反射吸収スペクトルを比較し、主に電荷輸送状態・励起状態の印加電圧依存性を観察した。

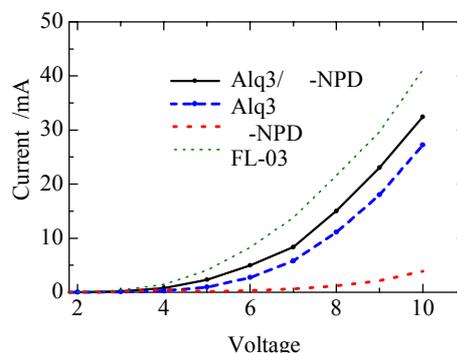


図 2. 有機EL各素子の電流-電圧特性.

【結果及び考察】 各有機 EL 素子における高電流状態での 900cm⁻¹ 付近のバンドの大きな変化(図 3)について、ピーク強度の印加電圧(電流)依存性が電流-電圧特性(図 2)と傾向がほぼ一致し、これよりこのバンドを電荷輸送由来のものと帰属した。系は比較的安定しており、それが温度変化の影響を受けているとしてもこの付近のバンドは電荷輸送物性に関連した電荷移動状態をよく表わしているといえる。

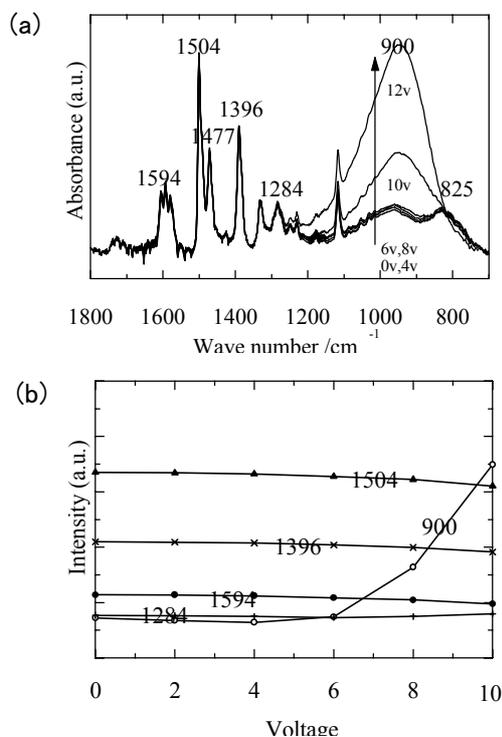


図 3. DC電場印加時のAlq₃/ α -NPD 有機EL素子赤外反射吸収スペクトル(a) 及びバンドピーク強度(b)の電圧依存性.

Alq₃/α-NPD 素子及び Alq₃ 素子は電圧に依存してよく発光した．Alq₃/α-NPD 素子について 1284, 1396, 1504, 1594cm⁻¹ のバンドのピーク強度変化の様子を，電場依存赤外反射比スペクトル(ratio spectra, B_k / B_{3v} (k=1,2,,,10v))により 900cm⁻¹ とあわせて詳しく観察した(図 4)．ピーク強度の変化は小さいが，いずれの電場においても高電流状態で 900cm⁻¹ のバンドと同様電流-電圧特性と傾向が似ていることを確認した．Alq₃ 素子についても同様な結果を得た．

FL-03 素子について，発光は弱く，Alq₃/α-NPD 素子同様通電状態に合わせて 900cm⁻¹ のピーク強度の変化はあったが，他の細かいバンドピーク強度の変化はほとんどなかった(図 5)．α-NPD 素子はうまく電荷を流せなかったためそのスペクトル変化の様子が分からなかったが，実際には FL-03 素子と同様な結果ではないかと予想される．

以上より，1284, 1396, 1504, 1594cm⁻¹ ピーク強度の変化は，単に温度変化由来のものではなく，電場によって誘起された高電流状態下での，電荷輸送状態・励起状態(発光状態)由来の構造変化(キャリア生成消滅等)に起因しているものではないかということが示唆された．詳細は当日報告する．

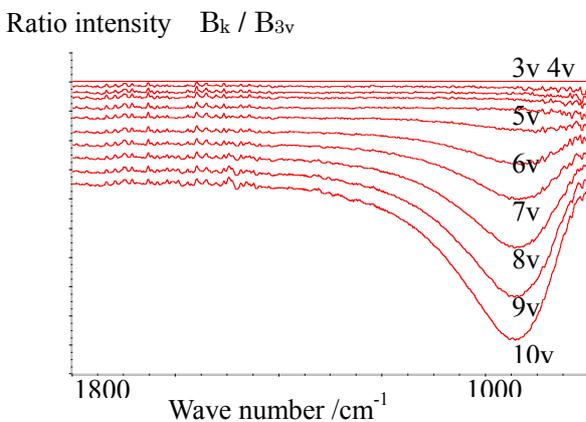


図 5. DC電場印加時のFL-03素子電圧依存赤外反射比スペクトル(B_k / B_{3v}, k=1,2,,,10v).

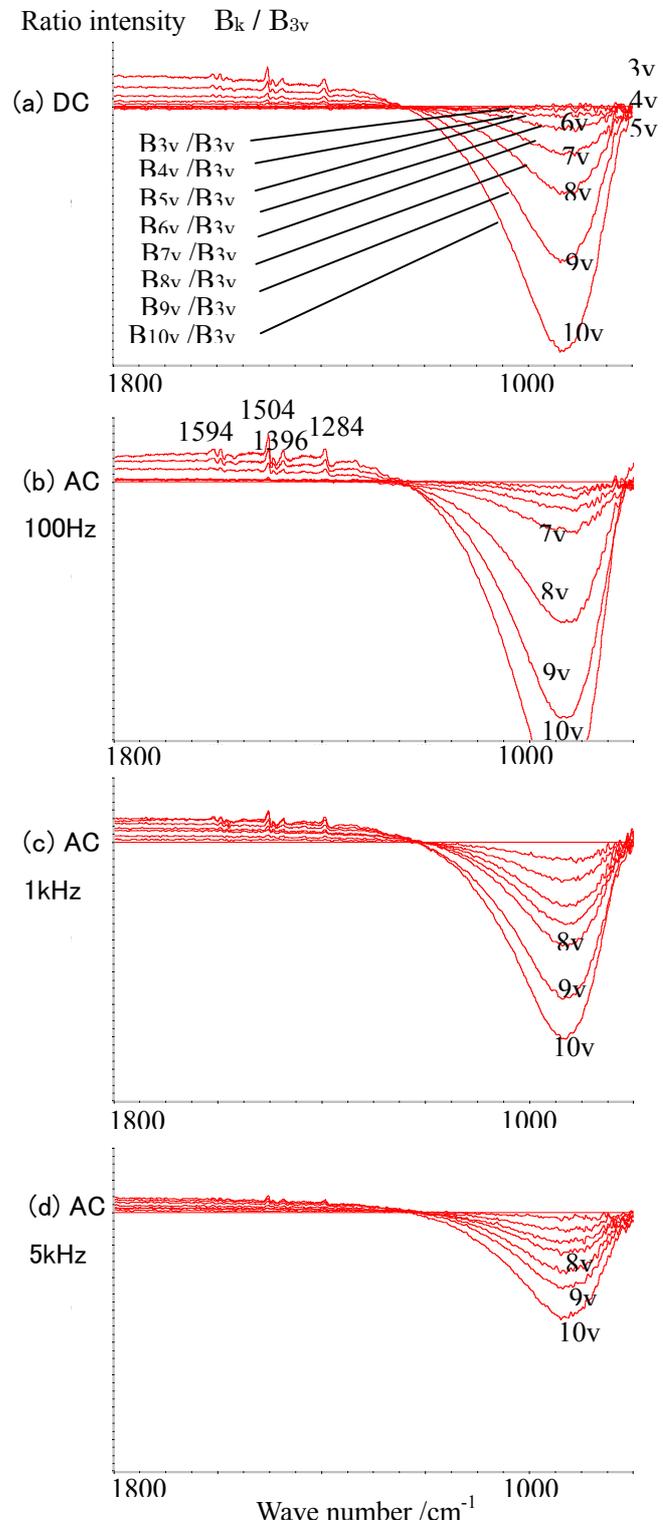


図 4. DC(a)及びAC電場100(b),1k(c),5kHz(d)印加時のAlq₃/α-NPD有機EL素子電圧依存赤外反射比スペクトル(B_k / B_{3v}, k=1,2,,,10v).