

2018年1月15日  
有機材料システムフロンティア研究センター  
城戸淳二

株式会社フラスク  
菰田卓哉

### 高輝度・長寿命な次世代有機 EL 素子を開発

山形大学有機材料システムフロンティアセンターの城戸淳二教授らと株式会社フラスクの菰田卓哉社長らの研究グループは、第三世代の熱活性化遅延蛍光型発光材料を用いて、高輝度・長寿命な有機エレクトロルミネッセント (EL) 素子を開発することに成功した。実用的な輝度  $1,000 \text{ cd/m}^2$  で、輝度半減寿命が約 1 万時間、駆動電圧 4.15V、電力効率 54 lm/W、外部量子効率 20%以上が得られる。新たな素子は、これまでの報告に比べ、1.5 倍以上の外部量子効率を実現しつつ、寿命は 4 倍に達した。

有機 EL 素子は、有機半導体材料の薄膜を積層した一種の LED (発光ダイオード) であるが、面状で発光し、かつ直流低電圧で高輝度が得られるなどの特徴があり、スマートフォンやタブレット等の携帯端末に用いられ、大型ディスプレイや照明用光源としても急速に普及しつつある。現在、ディスプレイにおいて、大型化やさらなる低消費電力化が望まれている。本格的な普及には大幅な低コスト化が必要とされており、白金やイリジウム等のレアメタルを用いない第三世代の熱活性化遅延蛍光発光材料の使用が望まれているが、長寿命化と省電力化の両立が課題となっていた。山形大学の城戸淳二教授率いる研究グループと株式会社フラスクの菰田卓哉社長らは、大幅な低コスト化と高効率化が見込まれる第三世代の熱活性化遅延蛍光型発光材料と新たな有機半導体材料を用いることにより、省エネルギーかつ低コストな次世代型有機 EL 素子の実現を目指してきた。

一般に、有機 EL 素子はホール輸送層や発光層、電子輸送層、電子注入層などの異なる有機半導体物質を真空蒸着により積層して形成するが、第三世代の熱活性化遅延蛍光材料では、ホール輸送材料と発光材料との相互作用が、効率低下を引き起こす大きな問題となっていた。本研究において、図に示す立体的に

嵩高く、発光材料との相互作用をしにくいホール輸送材料であるヘキサフェニルベンゼン誘導体を用いることにより、発光材料の消光を防ぎ、発光開始電圧 2.66 ボルト、実用的な輝度 1,000 cd/m<sup>2</sup>では、駆動電圧 4.15 ボルト、外部量子効率 21.6%、輝度半減寿命約 1 万時間が得られる緑色有機 EL 素子の開発に成功した。具体的な素子構造は、ガラス基板上のインジウムスズ酸化物透明電極上に、ホール注入層としてポリマーバッファ層を 20 nm、ホール輸送材料としてトリフェニルアミン誘導体 (NPD) を 10 nm、新たに開発したヘキサフェニルベンゼン誘導体 (4DBTHPB) 10 nm、緑色発光層を 30 nm、ホールブロック層 (DBT-TRZ) 10 nm を成膜、そして電子輸送層としてフェナントロリン誘導体 (DPB) とリチウム錯体 (Liq) の混合層を 40 nm、電子注入層としてリチウム錯体 (LiBpp) を 1 nm 積層した。最後に陰極としてアルミニウムを 100 nm 真空蒸着した。この新たな素子は、これまでの報告に比べ、1.5 倍以上の外部量子効率を実現しつつ、寿命は 4 倍に達した。

今回のヘキサフェニルベンゼン誘導体 4DBTHPB は、立体的な嵩高さ高い三重項励起エネルギーを併せ持つだけでなく、電子耐性にも優れるように分子構造にジベンゾチオフェン部位をもたせている。これらにより、発光材料のポテンシャルを最大限に発揮させつつ、長寿命化が可能になったと考えられる。研究室内では、本研究の知見を活かし、新たな長寿命化材料群の開発にも目処がついたという。今後、次世代有機 EL のさらなる省電力化と長寿命化に向け、材料および素子構造を開発していく。

本成果は、ドイツの Wiley 社が発行する国際学術誌である Chemistry A European Journal に 11 月 28 日にオンライン出版された。

