

ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	4. ナノ機能・応用
中項目	4-2. 情報・通信
小項目	4-2-5. 表示材料

概要（200字以内）

有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子は、次世代のフラットパネルディスプレイあるいは照明用光源として期待されている。有機EL素子は蛍光発光素子とりん光発光素子に大別され、材料面からは低分子系材料と高分子系材料を用いた素子に分けられる。りん光発光素子が開発され、輝度、発光効率が飛躍的に向上した。耐久性も向上し、低分子系材料を用いた素子がモバイルディスプレイとして一部実用化されている。

現状と最前線

ディスプレイは高度情報化社会を支える中核技術のひとつであり、液晶ディスプレイに続く次世代のフラットパネルディスプレイあるいは照明用光源として期待されているのが有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子である。無機半導体を用いる発光ダイオード（LED）が点光源であるのに対し、有機EL素子は面発光という特徴をもっている。また、液晶ディスプレイに比べて、高画質、高速応答性という特徴を有し、動画表示に適している。薄型素子であり、携帯性に優れる。

有機EL素子は、二つの電極で挟んだ有機薄膜に電流を注入して有機分子の電子的励起状態を生成させ、そこからの発光をELとして外部に取り出す素子である。素子の動作プロセスは、電圧印加による陽極および陰極から有機薄膜への正孔および電子の注入、注入された正孔および電子の移動、正孔と電子の再結合による有機分子の電子的励起状態の生成、および発光の諸過程から成り立っている。正孔と電子は、それぞれ、分子のカチオン、アニオンラジカルに相当する。有機EL素子は、蛍光発光素子とりん光発光素子に大別され、また、材料面から低分子系材料および高分子系材料を用いる素子に分けられる。

高性能有機EL素子の開発のためには、陽極および陰極からそれぞれ正孔および電子を低い駆動電圧で効率よく有機層に注入するとともに、正孔と電子の数のバランスを達成し、正孔と電子を発光層に閉じ込めて高い再結合効率を達成することが必要である。そのために、発光層

のみからなる単層型素子よりも、正孔輸送層、電子輸送層、電荷ブロッキング層などを積層した多層型素子が用いられる。

低分子系材料としては、均質なアモルファスガラスを形成するアモルファス分子材料が用いられており、高分子系材料としては、主に π 共役系高分子が研究されている。 π 電子系側鎖基を含む非共役系高分子も研究されている。均質な薄膜形成能を有するこれらの材料は、発光材料、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔ブロッキング材料などとして機能し、素子においてそれぞれの役割を果たしている。発光層における発光性物質のホスト材料へのドーピングは、重要な手法である。これは、薄膜形成能をもたない発光材料を発光性ドーパントとしてホスト材料に分散し、正孔と電子の再結合中心としてのホスト材料から発光性ドーパントへの励起エネルギーの移動を利用する手法である。

有機EL素子は、基礎面からも工学的応用面からも注目を集め、この分野は飛躍的な発展を遂げた。発光材料、電荷輸送材料、電荷ブロッキング材料など新材料の開発ならびに有機EL素子に含まれる動作プロセス（電極からの荷電担体の注入、荷電担体の輸送、有機/有機固相界面における相互作用、ホスト分子からドーパントへの励起エネルギー移動など）の解明、素子の高輝度・高効率化・長寿命化、白色発光に関する研究が進展した。有機EL素子をはじめ、近年注目を集めている有機光電変換素子、有機電界効果トランジスターなどのエレクトロニクスデバイスにおいては、電極/有機、有機/有機固相界面が重要な役割を演じており、有機機能物質化学やデバイス物理学を包含した新しい科学技術の分野が拓けている。

有機EL素子は、蛍光発光素子に加えてりん光発光素子の開発により輝度、発光効率が飛躍的に向上している。蛍光発光有機EL素子についても、素子から外部への取り出し効率を20%と見積もると、理論値の外部量子収率（5%）に近い値が報告されている。りん光発光有機EL素子については、内部量子収率がほぼ100%の素子が報告されている。

今後、新材料の開発、素子の低駆動電圧化、素子（とくに青色りん光発光素子）の長寿命化、高輝度化、フレキシブル素子の開発、集積デバイスの開発（発光電界効果トランジスターなど）等に関して研究開発が進展すると考えられる。モバイルディスプレイとしての用途が拡大するとともに、TVや照明用光源としての用途も実用化に向かうと予想される。

将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

インクジェット、印刷法による有機薄膜作製法の実用化

中型および大型有機ELテレビの実現（寿命の解決が課題）

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

照明用光源としての実用化（高効率化が課題）

有機FETと組み合わせたフレキシブル有機EL素子の開発

キーワード

ディスプレイ、有機エレクトロルミネッセンス素子、発光材料、電荷輸送材料、界面

（執筆者：城田靖彦）