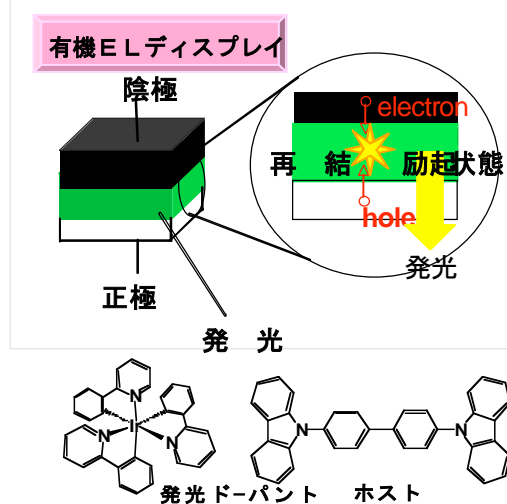


ディビジョン番号	6
ディビジョン名	有機化学

大項目	12. 光化学
中項目	12-2. 物性・材料
小項目	12-2-1. 発光素子

概要（200字以内）

有機エレクトロルミネッセンスデバイスは次世代表示デバイスとして期待されており、有機発光材料がキーとなっている。自発光、高速表示、軽量フレキシブル、省電力など優れた特性を有するが、発光・周辺材料、デバイスとしての耐久性が課題である。リン光材料開発による革新やデバイス製造技術の成熟で、素子寿命は3万時間程度まで飛躍的に向上したが、要求の半分程度であり、有機化学や材料科学の学理の集約を必要としている。特に白金錯体やイリジウム錯体などのリン光型材料は電極から注入される電子とホールは、再結合時に励起1、3重項状態が、それぞれ25、75%生成し、生成した25%の1重項状態はより低エネルギーの3重項に項間交差させる事ができるので、理論上100%の効率が可能である。



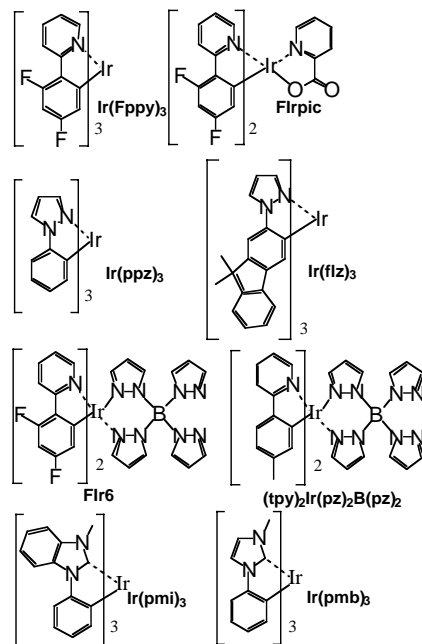
現状と最前線

近年注目されている発光素子に有機エレクトロルミネッセンスデバイス（以下、有機EL素子）があり、液晶、プラズマデバイスに次ぐ次世代画像表示ディスプレイ用デバイスとして期待されている。有機EL素子ではガラスなどの表面に作成した透明電極とアルミニウムなどの陰極の間に有機材料を真空蒸着または塗布し、注入した電子とホールが再結合して生成した励起子が発光する。ホストやドーパントの発光材料、電荷輸送材料など有機化合物がキーとなっている。自発光であるため視認性に優れ、高速表示でき、省電力、軽量かつフレキシブルな曲面状のデバイスが可能など優れた特性を有するが、発光材料、周辺材料、デバイスとしての総合的な耐久性が課題である。リン光材料開発による革新やデバイス製造技術の成熟で、素子寿命は3万時間程度まで飛躍的に向上したが、これは要求される性能の半分程度であり、有機化学、材料科学、応用物理学などの学理の更なる集約を必要としている。

有機ELの飛躍的な進展にはリン光型発光材料の登場が重要な役割を果たしている。電極から注入される電子とホールはともに $s = \pm 1/2$ のスピン量子数を有しているため、再結合時に25%の励起1重項状態が、75%の3重項状態が生成する。さらに励起3重項状態は励起1重項状態よりも低エネルギーであるため25%の1重項状態も3重項に項間交差させる事ができるので理論上100%の効率でリン光を得る事が可能である。

このような機構を可能とする材料として白金錯体、次いでイリジウム錯体が開発され、実際 100% の発光効率を有する錯体も得られている。

ドーパント材料として最も研究されているイリジウムトリスクロメタレート錯体に要求される性能として、デバイスに適した発光色、色純度が要求されるが、特に青色発光材料は、そもそも発光が低エネルギーのリン光である事から、探索が行われている。右図にその一例を示した。また青色に加え人間の視覚感度の低い赤色発光材料の研究も活発であるが、基底状態にエネルギーレベルが近いせいか発光効率が概して低い錯体が多い。発光に関わる励起状態の解明や錯体によっては存在する幾何異性体の間での異性化反応を検討する事が、発光色、発光効率や耐久性を改善する手がかりとなる。



青色発光イリジウム錯体の例

ドーパント錯体の合成方法としてマイクロウェーブ（電子レンジ）を使用する方法が開発され工業化に有用である。デバイス製造方法の進展は目覚ましく、真空蒸着法に加えて高分子化された材料の研究も盛んである。純度を高め、発光効率、耐久性を向上させる事が必須である。

ドーパント材料と同様に重要なのがホスト材料である。高エネルギーの青色励起子を閉じ込める材料が開発されたが、デバイス全体の性能、耐久性に直結する材料として重要である。

白色発光材料を用いた場合、照明としても利用できる。ドット落ち欠陥が致命的な不具合となるディスプレイとして用いるよりも、照明の方が現状での有機ELに適した用途とも言える。蛍光灯に肩を並べる電力効率（60-100 lm/W）、寿命（1万時間）の照明が試作されている。

希少価値の高い白金やイリジウムを用いる事から錯体中心金属の検討や、そもそも必要としない非貴金属型ドーパント材料の開発を目指して、有機材料化学の英知が必要となる。

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
 - ①デバイスの耐久性の向上（発光ドーパント、ホスト材料、デバイス全体の耐久性）
 - ②発光ドーパントについて発光色の調整、色純度の向上 ③白色発光素子の開発
 - ④エネルギー変換効率の向上
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - ①貴金属原子（Pt, Ir, Os など）を中心金属とするクロメタレート型錯体からの脱却（完全有機物型リン光材料の開発）
 - ②デバイス寿命10万時間達成

キーワード

発光材料、有機エレクトロルミネッセンス、リン光材料、イリジウム錯体

（執筆者：唐津 孝、千葉大学工学研究科）