

量子ドットの作製と応用

(¹名古屋工業大学²広島大学) ○辛 韵子¹ • 齋藤 健一² • 白井 孝^{1,*}

物質のスケールがボア半径に近づくと、量子閉じ込め効果が生じて、量子ドットという特別な電子的および光学的性質を示すものができる。サイズ依存性のバンド構造によって、量子ドットは発光ダイオード、太陽電池およびバイオマーカーなど有望な材料に設けられる。II-VI、III-V、IV-VI 族量子ドットについて、実験的及び理論的な研究は大数々行いました。一方、Si は非毒性および地球上に豊富に存在であるため、Si 量子ドットの作製や応用に関する研究が、近年盛んに行われています。

本研究では、トップダウン法とボトムアップ法で、可視領域の発光 Si 量子ドットを作製しました。トップダウンプロセスでは、有機溶媒中で Si ウェハのパルスレーザーアブレーションによって、青い発光 Si 量子ドットを作製した。さらに、それぞれ有機溶媒の炭素率は Si 量子ドットのサイズ、量子収率及びエンジグ効果との関連性を解明した。ボトムアップ法では、トリクロロシランと水とをヘキサン中で Sol-gel 法で合成した水素シルセスキオキサンポリマーの熱分解により可視領域で発光する Si 量子ドットを獲得した。また、実験条件をコントロールすることにより、異なる構造の水素シルセスキオキサンポリマーを調製し、Si 量子ドットのサイズ及び発光波長への制御ができました。

作製した Si 量子ドットを用いて、溶液塗布法で ITO / PEDOT : PSS / Poly-TPD / Si 量子ドット / Alq₃ / Al サンドイッチ構造のハイブリッド型発光ダイオードを開発しました。開発したデバイスは青白色のエレクトロルミネッセンスで発光を示し、そのうち約 80%の発光は Si 量子ドットから得られた。また、このデバイスの発光面積は一般的発光ダイオードより 40 倍大きい、低電圧での発光強度は先行研究より 350 倍も高い。次世代発光ダイオードとして照明、フレキシブルディスプレイなどへの応用が期待できる。