$CuInSe_2$/ZnS コアシェル型量子ドットのナノ構造と光物性相関

Nanostructure–Optical Property Relationship in $CuInSe_2$/ZnS Core/Shell Quantum Dots

ソニーグループ（株）R&D センター[1]，○山下 俊介[1]，田邊 守[1]，荒木 拓海[1]，
塩見 治典[1]，西 寿朗[1]，工藤 喜弘[1]

Sony Group Corporation R&D Center[1], ○Shunsuke Yamashita[1], Mamoru Tanabe[1], Takumi Araki[1], Michinori Shiomi[1], Toshio Nishi[1], Yoshihiro Kudo[1]

E-mail: Shunsuke.A.Yamashita@sony.com

背景・目的

コロイド量子ドット(QDs)は、量子閉じ込め効果による特異な性質を示すため、幅広い分野での応用が期待されている。一般に QDs はコアシェル構造を形成することで安定性および特性が向上する。しかし、粒径が小さくなるほど構造解析は困難になるため、粒径 10 nm 以下のコアシェル型 QDs のナノ構造と光物性との関係は十分議論されていない。そこで本研究では、大口径 X 線検出器(素子面積 100 mm^2×2 本)を搭載した収差補正走査透過電子顕微鏡(STEM)を用いて、エネルギー分散型 X 線分光法(XEDS)による元素マッピングを行うことで、コアシェル構造の詳細な解析を試みた。

実験方法

評価用 QDs には、Cd や Pb などの重元素を含まない直接遷移型の半導体材料である $CuInSe_2$ を選択した。$CuInSe_2$ コアはホットインジェクション法により合成し、ZnS シェル形成時の合成温度を変えることで、シェル形成度合いを制御した $CuInSe_2$/ZnS QDs を合成した。収差補正 STEM は日本電子製 JEM-ARM300F を使用し、元素マッピング時の電子線照射による試料損傷を抑制するため加速電圧を 60 kV に設定した。光物性評価としては浜松ホトニクス製の絶対量子収率装置を用いて発光初期強度と発光寿命を評価した。

実験結果

STEM における高角散乱環状暗視野法により、平均粒径 7 nm 程度で三角錐形状の $CuInSe_2$/ZnS QDs の形成が確認された。STEM-XEDS 元素マッピングでは、特定のシェル形成温度においてシェル構成元素がコア構成元素よりも一回り大きく分布する様子が確認された。さらに XEDS データの定量分析を行うことで、Zn がコア内部に拡散している可能性が示唆された。光物性評価では、コアシェル構造の形成に伴って発光特性が向上する結果が得られた。当日は、シミュレーションによる元素拡散評価などについても報告し、発光特性向上メカニズムについて議論する。

© 2022年 応用物理学会