

Qdot 温度センサーを用いた多周波蛍光 TWA 法による熱拡散率測定

Qdot Temperature Sensor Driven Phosphor TWA for Thermal Diffusivity Measurement

東工大¹, 産総研² ○(M2) 鈴木 泰¹, 劉 芽久哉², 森川 淳子¹

Tokyo Tech.¹, AIST², °Tai Suzuki¹, Meguya Ryu², Junko Morikawa¹

E-mail: morikawa.j.aa@m.titech.ac.jp

緒言

量子ドットは直径が数 nm の半導体であり、蛍光強度が高輝度・高安定性である特徴を持ち、量子ドットが示す蛍光波長は量子ドット自身の粒径と周囲の温度に応じて変化する特徴がある。本研究では量子ドットを温度センサーとし、レーザー照射を用いたセンサーを非接触とした熱拡散率測定、また、熱拡散率測定の高空間分解能化を試みた。

実験

本実験では、温度波熱分析法 (TWA 法) を用いて熱拡散率を測定した。TWA 法とは、試料裏面を周期的に加熱し温度波を発生させ、試料内部を伝播してきた温度波を試料表面で位相遅れと振幅減衰を読み取ることで熱拡散率を測定する手法である。今回、温度センサーには疎水性量子ドットである CdSe/ZnS (PlasmaChem 社製) を用いており、量子ドットの蛍光スペクトルの温度依存性から温度波の検出及び熱拡散率の測定を行った。

蛍光 TWA 法による熱拡散率測定系を Figure 1 に示す。今回、測定は光学顕微鏡下で行い、量子ドットの励起にはレーザー (波長: 405 nm) を照射することで行い、測定中は暗幕で顕微鏡全体を覆った。また、光電子増倍管を通して蛍光強度を読み取ることによって温度波による蛍光強度の微弱な変化から温度波による周期的な温度変化を検知し、また、CdSe/ZnS 量子ドットの CdSe コアの粒径が 3.3 nm で蛍光スペクトルのピーク波長を 570 nm に持つため、光電子増倍管の手前にバンドパスフィルターを設置することで量子ドットが示す蛍光ピーク付近の光を検知している。

今回はサンプルとして厚さ 150 μm のガラスの熱拡散率を蛍光 TWA 法により測定を試みた。CdSe/ZnS-クロロホルム溶液を質量比 0.1 : 99.9 wt.% で調整し、サンプル表面に調整した溶液を滴下し、常温常圧下で乾燥させて蛍光層を作成した。また、サンプル裏面には金属薄膜ヒーター (厚さ: 10 nm) を直接描画し、温度波の印加を行った。

結果

温度波を印加した時の蛍光スペクトルの時間変化を Figure 2 に示す。0.5 Hz, 7 V_{PP} で温度波を印加すると CdSe/ZnS の示す蛍光スペクトルはその周波数に応じて強度とピーク位置がシフトしており、サンプル内部を伝播した温度波を検知していることが確認された。また、蛍光 TWA 法で測定したガラスの熱拡散率は従来の测温抵抗体型温度センサーを用いた場合と近い値を示すことが確認された。

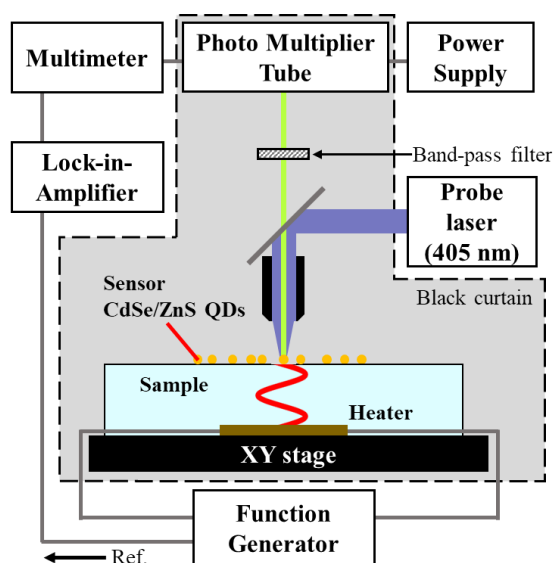


Figure 1. Schematic image of measurement system for phosphor TWA method.

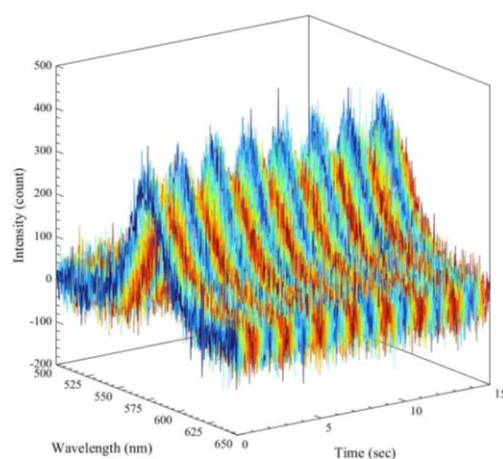


Figure 2. Fluorescence spectrum of CdSe/ZnS QDs. Temperature wave applied to QDs, the frequency is 0.5 Hz and applied voltage is 7 V_{PP}.