光励起と電場を組み合わせた CdSe/ZnS 半導体量子ドットの運動操作法の開発

Development of a manipulation method for CdSe/ZnS quantum dots using optical excitation and electric fields

福井大工　稲葉 勇人，右馬 健太郎，山本 将平，守安 毅，○熊倉 光孝

Univ. Fukui,　Hayato Inaba, Kentaro Migiuma, Shohei Yamamoto, Takeshi Moriyasu, Mitutaka Kumakura

E-mail: mtstk_kumakura@apphy.u-fukui.ac.jp

数 nm サイズの粒子に対する常温液体中での運動操作は、体積の小ささや熱エネルギーが大きいことから通常の誘電泳動法などでは実験的に困難である。しかし、近年、我々は直径 6 nm 程度の大きさを持つ CdSe / ZnS 半導体量子ドットの運動を光励起と不均一電場を用いて操作できることを示唆する実験結果を得ることに成功した。しかし、この実験では、光励起時に生じる対流などにより定量的な理論と整合性のある結果が得られていない。そこで今回、対流に勝るような大きな力を発生させるため、3 次元静電場数値シミュレーションを用いて従来よりも強い電場を印加できる実験装置の検討を行った。

これまでの実験では、大気中で 2 枚の電極板の間に試料溶液を封入したガラスキャピラリーを配置し、粒子に電場の印加を行っていた。今回は、 Fig. 1 のように、キャピラリーと電極を溶媒中に入れた状態で電場を印加する新たな方法を検討した。キャピラリー内部と外部の溶媒の組み合わせや電極配置を変化させて SOR 法による電場の数値計算を行い、キャピラリー中心軸上で最も強い電場が印加できる条件を探索した。その結果、内部をヘキサン、外部を炭酸プロピレン（PPC）とした場合に、大気中に比べて 50 倍程度大きな電場を印加できることを見出した。また、キャピラリー内の電場分布についても調べたところ、キャピラリーのガラス内壁近傍において、中心軸付近よりも強い電場が印加されることがわかり、壁への量子ドットの付着を防ぐためには、励起用のレーザー光の入射方法に一定の制限があることが明らかとなった。講演ではこれらの計算結果の詳細と得られた結果に基づく新たな実験装置について紹介する。

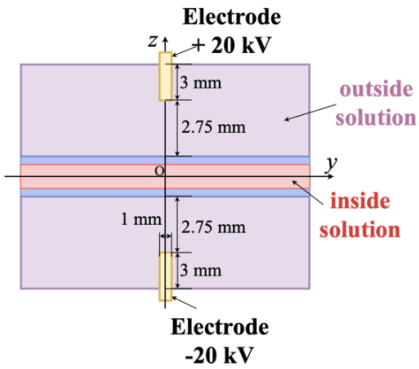

Fig. 1　Experimental setup

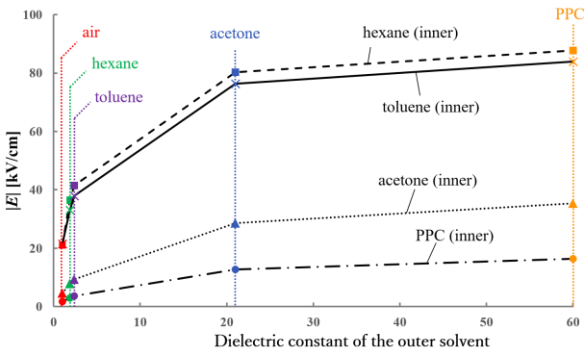

Fig. 2　Maximum Electric field strength