

課題番号 : F-20-KT-0080
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 量子ドットとナノファイバーからなる複合材料の特性評価
Program Title (English) : Characterization of specific properties of composite materials composed of quantum dots and nanofibers
利用者名(日本語) : 阪口僚, 木村純斗, 岡崎豊, 佐川尚
Username (English) : R. Sakaguchi, S. Kimura, Y. Okazaki, T. Sagawa
所属名(日本語) : 京都大学大学院エネルギー科学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Energy Science, Kyoto Univ.
キーワード/Keyword : 形状・形態観察、機械計測、透過型電子顕微鏡

1. 概要(Summary)

高輝度発光材料である量子ドットのスパイラル配列構造を作製し、らせんの巻方向に応じた円偏光発光(CPL)が発現することを明らかにした。すなわち、キラルな無機ナノ材料 silica nanohelix に量子ドット CsPbBr₃ ペロブスカイトナノ結晶(PNCs)を複合化させた PNCs-silica nanohelix は、固体フィルム状態でのみ PNCs のスパイラル配列構造を形成し、silica nanohelix の巻方向に応じた CPL を発現することを見出した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

共焦点レーザー走査型顕微鏡、ゼータ電位・粒径測定システム

【実験方法】

界面活性分子 16-2-16 tartrate の分子集合体からなる有機ナノヘリックス近傍でのオルトケイ酸テトラエチルのゾル-ゲル反応により、シリカ被覆された silica nanohelix を得た^[1]。この silica nanohelix に CsPbBr₃ PNCs を複合化させた PNCs-silica nanohelix を作製した。トルエン中で PNCs-silica nanohelix をコロイド状に分散させた試料をガラス基板上で乾燥させることにより、透明性の高いフィルムを作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

固体フィルム状態の PNCs-silica nanohelix は、右巻きの silica nanohelix を用いた場合は左円偏光発光を、左巻きの silica nanohelix を用いた場合は右円偏光をそれぞれ示すことがわかり、silica nanohelix を無機キラル源とする選択的円偏光吸収(CD)及び CPL の発現に成功した。また、コロイド分散状態では CPL を示さないこと、

CPL を示す固体フィルムを溶媒(トルエン)に浸すと CPL を示さず、再度乾燥させると CPL が復元することを確認した。この現象について、斜入射小角 X 線散乱法(GISAXS)や透過型電子顕微鏡観察(TEM)を駆使した3次元構造評価を行った結果、固体フィルム中では PNCs の粒子間距離が近く(< 1-2 nm)、PNCs が silica nanohelix に沿ってスパイラル配列構造を形成していることがわかった。一方、コロイド溶液中では PNCs の粒子間距離が比較的遠く(> 5-6 nm)、スパイラル配列構造を形成していないことがわかった。また、Coupled Dipole Method (CDM) によるシミュレーションを行ったところ、PNCs の粒子間距離が 1 nm から 4 nm へと遠くなると CD 信号が 10%以下に低下し、実験で得られた結果を支持することが示された。

以上の成果は、ボルドー大学 小田玲子グループとの共同研究による。

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] T. Delclos, *et al.*, *Nano Lett.*, **2008**, *8*, 1929-1935.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) P. Liu, *et al.*, *Nano Lett.*, **2020**, *20*, 8453-8460.

6. 関連特許(Patent)

なし