ドレスト光子を利用した波長変換材料のナノドロップレット化による発光狭帯域化

Spectral narrowing of dressed photon based wavelength convertor by formation of nano-droplets

電機大 ○田中尚裕, 川添忠, 野村航, 田所貴志

TDU ○N.Tanaka, T.Kawazoe, W.Nomura, T.Tadokoro

E-mail: 15eh055@ms.dendai.ac.jp

我々はこれまで、シリコン太陽電池の効率向上ための紫外光-可視光変換膜を安価で安全性の高い材料を用い作製してきた。酸化亜鉛量子ドット(ZnO-QD)と色素分子間に起こるドレスト光子を介したエネルギー移動[1]を利用する事により、すでに変換効率 90%以上を達成している。また、変換後の波長は 450nm～650nm の範囲で任意に設定することにも成功している[2-4]。このような可視全帯域への紫外光の波長変換は太陽電池の高効率化以外に例えばディスプレイの蛍光材料への応用も考えられる。実際に量子サイス効果による発光波長制御がもたらす高い発光波長の選択性と狭帯域(FWHM<30nm)であるという量子ドットの特徴が利用された高品位ディスプレイが市販されており、高い色再現性が実現されている。量子ドットから色素へのエネルギー移動を用いた波長変換では変換後の帯域幅が色素分子の発光スペクトルによって決まるため広く、典型的には 100nm 近い。この問題解決のため液滴(ドロップレット)状の球体に閉じ込め、レーザー発振させることで蛍光の狭帯域化することが提案されている[5]。加えて、我々の系では量子ドットと色素分子の距離が液滴形成によって小さくなるため蛍光効率の向上が望める。また、量子ドットと色素による準位系の形成はレーザー発振にも有利に働くと期待される。今回、シリコーン樹脂に発光材料を閉じ込め硬化させることで、液滴形状のシリコーン樹脂でできた蛍光球の作製に成功したので報告する。

ドロップレット作製は Coumarin545 を含む熱硬化型シリコーン樹脂の疎水性を界面活性剤で調整する事によって行った。Fig.1 に今回作製したドロップレットの顕微鏡写真を示す。直径 1mm～10μm 以下の非常に広い領域でほぼ真球のドロップレットの作製されていることを確認した。また、顕微鏡による形状観察が不可能なより小さなドロップレットも確認された。

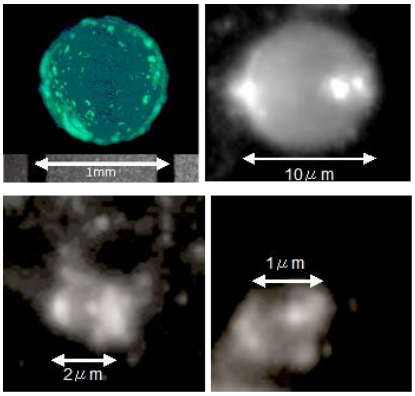

Fig.1. droplets seen with a microscope

以下の Fig.2 に波長変換フィルムとドロップレットの発光スペクトルを示す。励起波長はそれぞれ 450nm と 400nm である。

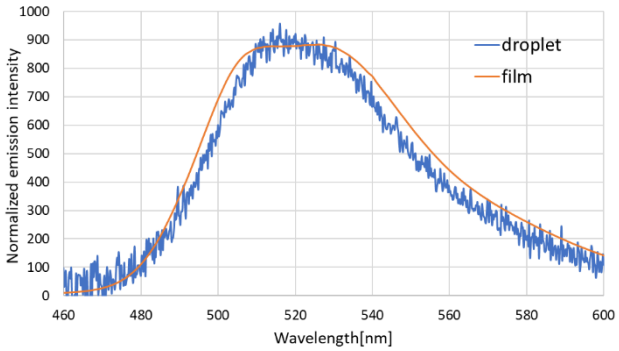

Fig.2. Comparision of emission spectra

ドロップレット化によって波長 500-540nm に現れる Coumarin545 からの発光スペクトルが単なるフィルムと比較して半値全幅(FWHM)80nm から 60nm に約 15%狭帯域化された。

[1] T. Kawazoe et al., Phys. Rev. Lett., 80, 2257 (2002).
[2] 川添他、2013 年春 応物講演会, 28p-A1-11.
[3] 川添他、2013 年秋 応物講演会, 18p-C14-16.
[4] 川添他、2014 年春 応物講演会, 18a-F12-6.
[5] A. Biswas, H. Latifi, R. L. Armstrong, and R. G. Pinnick, OPT. LETT. 14, 214, (1989).

© 2018年 応用物理学会