太陽電池の光エネルギー利用効率向上のための近接場光援用波長支援フィルムの開発

Development of optical energy conversion film with optical near-field-assist for solar cell application

九大工[1]，九大LP分シ[2]，九大院シス情[3]，○玉井 涼[1]， 野村 航[2]，竪 直也[3]

Kyushu Univ., ○Ryo Tamai, Wataru Nomura, Naoya Tate

E-mail: tama@npip.ed.kyushu-u.ac.jp

一般に太陽電池応用に活用される光電変換素子の感度波長域は可視光領域近辺が主であり，この場合，光電効果において紫外光および赤外光領域の光エネルギーを十分に利用できていないと言える．本研究では，これらの光エネルギーを感度波長域内へと変換する機能性フィルムを作製することで，太陽電池の光エネルギー利用効率を向上させることを目的とする（Fig. 1(a)）．ここで，光エネルギー変換部材として，我々が独自に開発したナノフォトニックドロップレット（以下ND）を活用する[1]．NDは，吸光体および発光体として機能するナノ材料の精微な集積構造をポリマー球に封入した光機能性部材である．本発表では，特に波長 350 nm ~ 400 nm 領域の光エネルギーを対象に新規に量産した吸光ナノ材料とそれを用いて作製したNDの特性，およびこれらのNDを適正量封入した透明フィルムの光エネルギー変換性能の評価に関する実験結果について述べる．

今回，NDの作製に用いる吸光ナノ材料として酸化亜鉛量子ドット（ZnO-QD）に着目し，Polydimethylsiloxane（PDMS）中でのポリマー中低温成長法[2]により高純度のZnO-QDを量産した．得られたZnO-QDは市販のCdSe/ZnS-QDと共にPDMS中に混合し，波長 457 nm，光強度 120 mW のレーザー光を3時間照射することで，ZnO-QDが吸収した紫外光エネルギーがQD間近接場光エネルギー移動を介して，CdSe/ZnS-QDから低損失で発光される，紫外–可視変換NDを作製することに成功した（Fig. 1(b)）．さらに，可視光に対する透明度が保証される程度にNDの含有率を調整した波長変換フィルムを試作した（Fig. 1(c)）．

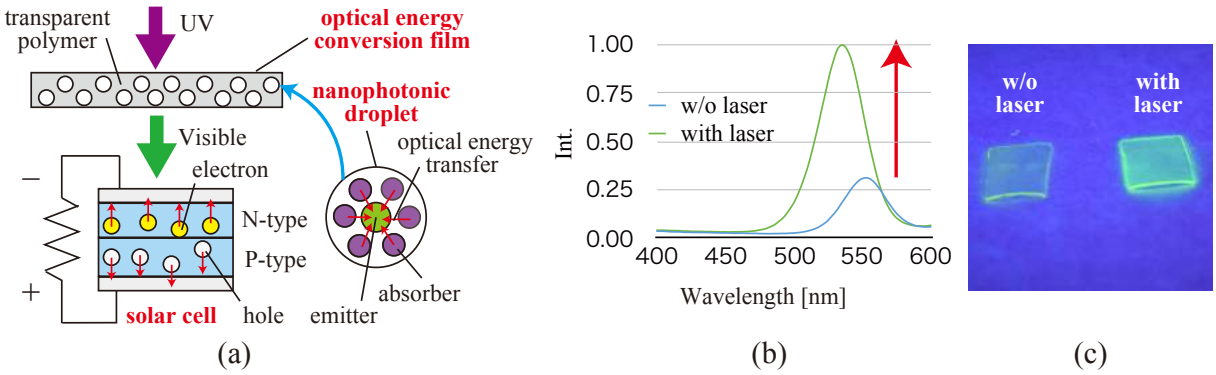

Fig.1: (a) Schematic diagram of applying our optical energy conversion film to a photo electrical system. (b) Enhancement of visible light emission by obtained NDs excited by λ = 320 [nm] of light. (c) Appearance of sample films under UV light illumination.

今後は，試作フィルムの仕様についてさらに最適化を進めた上で，実際の光電変換素子に被膜させその実用性を定量的に実証する予定である．なお，本研究で得られた成果の一部は公益財団法人東電記念財団「ナノ光技術を活用した高収率光エネルギー変換シートの開発」による研究支援によるものである．

[1] N. Tate, et al., Opt. Exp. Vol. 22, issue 9, pp. 10262 – 10269 (2014).
[2] 川添 忠他，第74回応用物理学会秋季学術講演会，18p-C14-16 (2013).