Cast-capping 法によるペロブスカイト系半導体 EL 素子の開発：フェニル系カチオン

Development of Electroluminescence Devices with Perovskite Semiconductors System Prepared by the Cast-capping Method: Phenyl Cation Systems

産総研電子光技術[1]、奈良先端大物質[2]
○佐々木史雄[1]、Van-Cao Nguyen[2]、柳久雄[2]
ESPRIT AIST[1], NAIST[2]
○Fumio Sasaki[1], Van-Cao Nguyen[2], Hisao Yanagi[2]
E-mail: f-sasaki@aist.go.jp

はじめに：溶液プロセスで作製可能な電流注入型有機半導体レーザーを実現するために、近年急速に研究が進展しているペロブスカイト系有機半導体で、光励起でのレーザー発振について報告してきた[1,2]。試料作製には CH_3NH_3Br(MABr)または $CH(NH_2)_2Br$(FABr)等の有機カチオンと $PbBr_2$ を 1:1 のモル比で N,N-dimethylformamide (DMF)に溶かして使用した。その溶液を基板上にキャストした後に別の基板でキャップして乾燥させる手法(cast-capping 法)で良好な結晶成長ができ、whispering-gallery 型、Fabry-Pérot 型、VCSEL 型での発振が得られている。いずれも高品質の単結晶共振器が容易に形成できるため、光励起に対する安定性も高い。しかしながら、この手法で作製した単結晶性膜の EL 特性についてはかなり不安定で、EL 発光がすぐにクエンチしてしまうことを前回報告した。電流注入型レーザーでは太陽電池素子に比べ、2 桁以上の電流密度に対する耐性が必要なので、その点の改善が必須である。今回、この不安定性を低減するために、より大きな有機カチオンを有する系での素子作製を試みた。

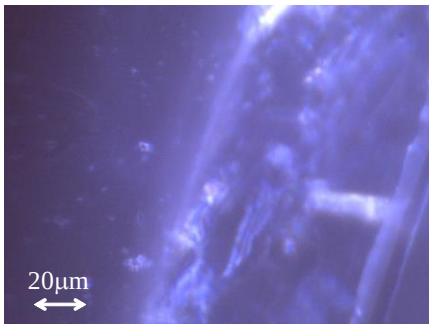

Fig. 1. Image of the crystalline films.

結果と議論：試料作製は前回同様、ITO または FTO 基板上に上記溶液を cast した後、3μm のマイラをスペーサーとして挟み、さらに別の ITO 基板で cap して真空中に数日間放置し、結晶成長させた。膜厚は、スペーサーと同等の 3μm 程度と思われる。上下の ITO 基板にそのまま電圧印加すると、簡単な単層膜の EL 素子が得られる。今回、有機カチオンは臭化フェニルエチルアミンを用いた。カチオン分子が大きくなることでその移動を抑制し、かつフェニル基の導入で高温耐性が期待できる。しかもこの系の沃化物では、低温ではあるが 10000 cdm^{-2} を超える EL 特性が既に得られているので、強い EL 発光を得ることも期待できる[3]。図 1 に得られた結晶膜の顕微鏡像を示す。まだ結晶成長の最適化が不十分で、良好な結晶は得られていないが、画面右下部分のように一部単結晶的な析出が得られた。図 2 にこの系での光励起での発光スペクトルを示す。励起には Ti サファイアレーザー増幅器出力の第 3 高調波発生(THG)を用いた。残念ながら現状では光励起での増幅は得られていないが、以前の報告同様、発光半値幅も狭く良好な発光スペクトルが得られている[4]。講演では、この系での EL 発光やより良好な結晶での光励起増幅の有無などについて、報告する予定である。

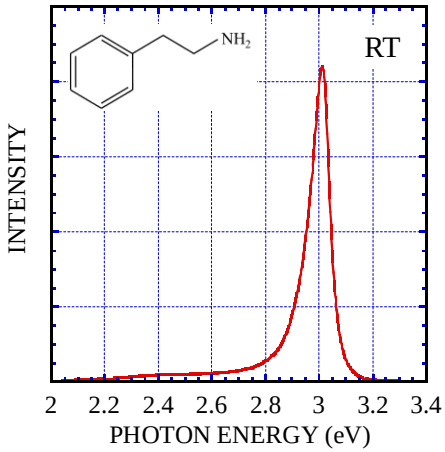

Fig. 2 Photoluminescence spectrum of the perovskite semiconductor.

[1] F. Sasaki et al. JJAP, **55**, 04ES02(2016); JJAP(2017)[in press]. [2] V. -C. Nguyen et al. APL, **108**, 261105 (2016). [3] M. Era et al. APL, **65**, 676 (1994). [4] N. Kitazawa, JJAP, 36, 2272(1997).