

光励起増幅する有機ダブルヘテロ構造作製:スライドボート法による開発 Fabrication of Organic Double Heterostructures for Optically-Pumped Amplification: Development by the Slide Boat Method

産総研電子光技術¹、奈良先端大物質²

○佐々木史雄¹、土器屋翔平²、柳久雄²

ESPRIT AIST¹, NAIST²

○Fumio Sasaki¹, Shohei Dokiya², Hisao Yanagi²

E-mail: f-sasaki@aist.go.jp

はじめに: 有機トランジスタや有機太陽電池などの素子特性は、デバイスに用いる薄膜の結晶性に依存し、単結晶的な成膜ができれば、結晶粒界界面や欠陥が少ない高い特性が期待できる。そのような観点から、以前(チオフェン/フェニレン)コオリゴマー(TPCO)の単結晶性膜を用いたダブルヘテロ構造の形成について報告した[1]。そこでは良好な結晶性積層薄膜を作製する事を目的に、III-V 族無機半導体膜の作製などでも実績のある、スライドボート法を用いた。

結果と議論: Fig.1 に装置の概要を示す。3 元の原料の入ったルツボと基板の乗ったボート部分とをそれぞれ独立に温度制御し、ルツボ中の原料を基板に射出しながら基板を置いたスライドボートをゆっくりと移動し、結晶性積層膜を一括で形成する。移動速度は 100 $\mu\text{m/s}$ 程度と比較的遅いが、 μm 単位の膜を 1 回のスライドで形成できるので 10 mm 角基板でも 100 秒程度で作製でき、蒸着法などに比べ高速性に優れている。一方、1 μm 以下の薄膜も形成可能だが、面内の膜厚分布やクラックなどの制御には課題が残っている。試料は TPCO 系有機半導体の内、BP1T (2,5-bis(4-biphenyl)thiophene) を p 層として、BP2T(5,5'-bis(4-biphenyl)-2,2'-bithiophene)を i 層として、そして n 型特性を示す AC5-CF₃

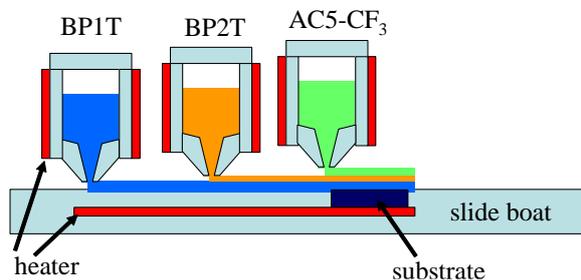


Fig. 1 Schematic view of the slide boat equipment.

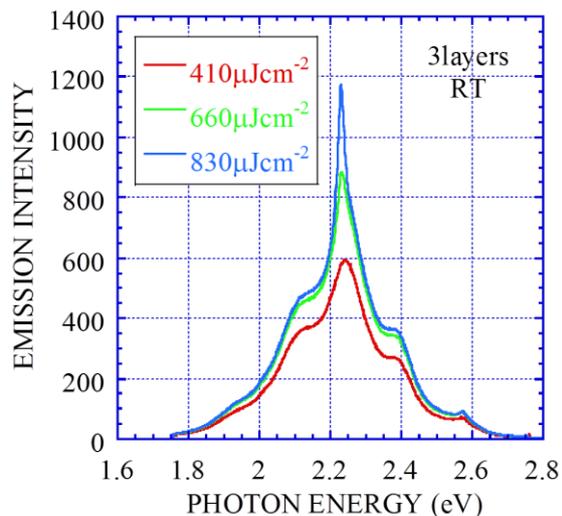


Fig. 2 Optically-pumped amplifications of 3-layered films fabricated by the slide boat method.

(1,4-bis{5-[4-(trifluoromethyl)phenyl]thiophen-2-yl}benzene)の3種類を用いた。前回、3層積層膜で粒界やクラックはあるが局所的には数十マイクロン程度の単結晶的なドメインからなる平坦な膜の集合体を得られ、光励起で発振することを報告した。その光励起増幅の様子を図2に示す。ここでは、最も光学ギャップが小さく、活性層になるBP2T層での光増幅の様子を示している。励起光源はフェムト秒光パルスを用い、光励起増幅閾値は 1mJcm^{-2} より小さく、BP2T単層膜の閾値の2倍程度であった。同様に1層目のBP1Tや3層目のAC5-CF₃膜でも光励起増幅が観測でき、増幅閾値は各単層膜の2-3倍程度であった。ここで、融点の低いBP1T(334 $^{\circ}\text{C}$)上により高融点のBP2T(358 $^{\circ}\text{C}$)膜を形成できるか、その際にBP1T層にダメージなどが無いかをポイントであるが、いずれも許容範囲内である。一方、クラックやピンホールなどの影響でEL特性は測定できなかったが、リーク防止膜を用いたフォトリソプロセスでその点の改善も可能であることがわかってきた。詳細は講演で報告する。

[1] 佐々木他、第62回応物春期学術講演会 12a-D3-1 (2015).