

課題番号 : F-16-AT-0113
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 有機ポラリトン用キャビティの製作
Program Title (English) : Preparation of the DBR cavity for organic semiconductors
利用者名(日本語) : 香月 浩之, 水野 英之
Username (English) : H. Katsuki, H. Mizuno
所属名(日本語) : 奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科
Affiliation (English) : Nara Institute of Science and Technology

1. 概要(Summary)

キャビティポラリトンとはキャビティ中の光子と閉じ込めた物質の励起子が強結合した結果、生成する準粒子である。ポラリトン凝縮や低しきい値レーザー発振などの報告があり[1]、将来的なデバイス方面への応用が期待されている。本研究では有機分子薄膜層を活性媒質とした有機キャビティポラリトンを対象とし、外部からのレーザー照射によるポラリトン状態の制御を目標とし、試料の製作を試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 スパッタ装置

【実験方法】

予め多層反射膜をコートされた石英基板に TDADF(2,7-Bis[9,9-di(4-methylphenyl)-fluoren-2-yl]-9,9-di(4-methylphenyl)fluorine)分子を 120 nm 程度蒸着したサンプルと蒸着後加熱して溶融させ、結晶化させたサンプルを準備し、産総研 NPF にて SiO₂/Ta₂O₅ の多層膜を 7.5 周期成膜した。各層の膜厚に関しては、先行研究で TDADF キャビティ製作の報告があったため、その条件に従い SiO₂ 層 44 nm, Ta₂O₅ 層 68 nm を設計厚さとした[2]。製作した試料について、角度依存反射スペクトル及び角度依存蛍光スペクトルの測定を行い、ポラリトン状態の評価を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

今回作製したキャビティの反射率スペクトルを Fig. 1 に示す。実際に成膜済みのリファレンスの評価からは、SiO₂ が 47 nm、Ta₂O₅ が 66 nm となった。光学評価用に同時に製作した石英基板の反射率測定から得られたストップバンドの中心は 450 nm 周辺となった (Fig. 1(a))。この値は、TDADF の励起子エネルギーに比べてかなり低エネルギー側にシフトしていた。検証のため、実験値である SiO₂ が 47 nm、Ta₂O₅ が 66 nm の条件で反射率をシミュレートした結果を Fig. 1(b) にプロットした。両者は 10 nm 程度

の精度で一致しており、今回得られたストップバンドの位置は成膜上の問題ではなく最初の初期設定条件に問題があることが示唆された。今回の試料を用いて、角度依存反射率の測定を行った結果、薄膜厚さ依存の蛍光ピークシフトは観測されたもののキャビティとしての閉じ込め効果は十分に得られなかった。その原因は基板上面と下面のストップバンドの不整合にあると考えられる。

多層膜について検討した結果、参考文献[2]に記載していた SiO₂ と Ta₂O₅ の厚さは誤って逆に表記されていた可能性が高く、次回製作の際には SiO₂ 層 68 nm, Ta₂O₅ 層 44 nm の膜厚条件で成膜を行う予定である (Fig. 1(c))。今回は良い結果は得られなかったが、多層膜基板の反射率に関して設計と実物のずれは十分小さいことが確認されたため、今後適切な試料作製に活かしたい。

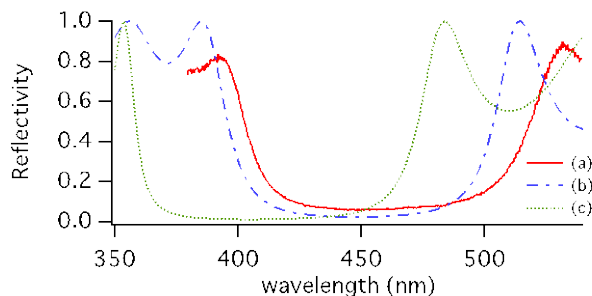


Fig. 1 Reflectivity of the coated fused silica plate. (a)observed, (b)simulation with observed layer thickness, (c)simulation with modified layer thickness condition.

4. その他・特記事項(Others)

・謝辞 本研究は科研費基盤研究 B(26287093)の予算によって行われた。

・参考文献

[1] J. Kasprzak et al., Nature **443**, 409 (2006).

[2] K.S. Daskalakis et al., Nat. Mat. **9**, 271 (2014).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。