

ZnO 微小共振器の作製と室温における共振器ポラリトン形成

Development of ZnO microcavities forming cavity polaritons at room temperature

東北大多元研 °嶋 紘平, 小島一信, 秩父重英

IMRAM Tohoku Univ., °K. Shima, K. Kojima, and S. F. Chichibu

E-mail: kshima@tohoku.ac.jp

【はじめに】 ZnO は禁制帯幅が広く (3.37 eV)、励起子束縛エネルギーが 59 meV と巨大なため、それらの特徴を活かした発光デバイスの開発が期待できる[1]。なかでも、励起子ポラリトンを微小共振器(MC)モードと強結合させることによりコヒーレント光を得るポラリトンレーザ[2]は、発振に必要な閾値電流密度が非常に小さいため省エネルギー光源として有望である。しかしながら、ZnO-MC 中の共振器ポラリトンを室温で明確に観測した報告例はない。ZnO-MC 中の光子と励起子の相互作用を強めるためには、MC の Q 値を高めることに加え、ZnO 活性層中の構造欠陥や点欠陥性の非輻射再結合中心[3]を減らす必要がある。現状ではエピタキシャル成長 ZnO 薄膜[4]よりも低転位密度な水熱合成 ZnO 基板の方が室温における発光寿命が長く、MC における励起子寿命を延ばすうえで有利と考えられる。我々は、薄膜化した ZnO 基板の両面に分布ブラッグ反射鏡を配置した形の ZnO-MC[5]を作製し室温において共振器ポラリトンを観測したので報告する。

【実験と結果】 ZnO-MC を以下の手順で作製した。(i) 水熱合成 ZnO 基板の Zn 極性+c 面上に、反応性ヘリコン波励起プラズマスパッタ(R-HWPS)法[6]により $\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2$ 分布ブラッグ反射鏡(DBR)を形成。(ii) 製膜後の DBR 表面を保持基板に接合し、ZnO 基板の O 極性-c 面を化学機械研磨(CMP)により数百 nm 厚まで薄膜化。(iii) CMP 後の ZnO 活性層表面に同じ DBR を形成。ここで、工程(ii)直後の ZnO 表面におけるバンド端発光の室温フォトルミネッセンス寿命は 130 ps と比較的長かった[3,4]。僅かな正のデチューニングを有する ZnO-MC の室温における角度分解反射スペクトルには、共振器ポラリトンの上枝(UPB)および下枝(LPB)の反射率ディップの角度依存性が明確に確認された(図 1)。

【謝辞】 実験協力者の菊地清助手に感謝します。本研究は、キャノン財団、ダイナミック・アライアンスおよび科研費(若手研究 19K15453 他)の援助を受けた。

【文献】 [1] Tsukazaki, Chichibu *et al.*, *Nature Mater.* **4**, 42 (2005). [2] Imamoglu *et al.*, *PRA* **53**, 4250 (1996). [3] Chichibu *et al.*, *Semicond. Sci. Technol.* **20**, S67 (2005); *JAP* **99**, 093505 (2006). [4] Chichibu *et al.*, *APL* **108**, 021904 (2016). [5] Li *et al.*, *APL* **102**, 191118 (2013); 古澤,秩父他 2014 年春季応用物理学会 17a-E10-6. [6] Chichibu *et al.*, *APL* **88**, 161914 (2006).

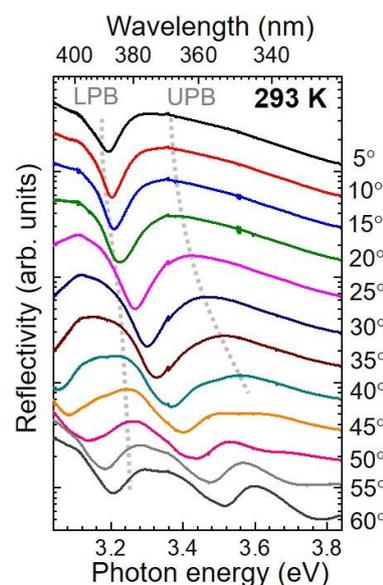


Fig. 1. Angle-resolved reflectance spectra of the ZnO-MC at 293 K. The dotted lines are calculated UPB and LPB at zero detuning [after Ref. 3].