MBE 法による Cl ドープ ZnTeO の光学特性の評価

Optical properties of Cl-doped ZnTeO grown by MBE

堤 修治, 岡野 友紀, 寺沢 俊貴, 田中 徹, 斉藤 勝彦, 郭 其新, 西尾 光弘 (佐賀大理工)
S. Tsutsumi, Y. Okano, T. Terasawa, T. Tanaka, K. Saito, Q. Guo, M. Nishio (Saga Univ.)
E-mail : 12236905@edu.cc.saga-u.ac.jp

はじめに　近年，第 3 世代太陽電池として中間バンド型太陽電池が期待されている．ZnTe 中に電気陰性度の大きく異なる酸素をわずかに添加した $ZnTe_{1-x}O_x$(ZnTeO)では，酸素に起因する局在準位と ZnTe の伝導帯間のバンド反交差作用により，低エネルギー(E_-)サブバンドと高エネルギー(E_+)サブバンドが形成され，計 3 つの光学遷移過程を創出できる[1]ことから太陽光を幅広くカバーできる．我々は分子線エピタキシー(MBE)法により ZnTeO を成長し基礎物性を明らかにすると共に，ZnTeO を用いた中間バンド型太陽電池を試作し，動作原理を実証してきた[2]．中間バンドを介した二段階光吸収を促進するためには，中間バンドの一部を電子で満たしておく必要がある．本研究では，ZnTeO への Cl ドナーの添加効果を明らかにするため，MBE 法により Cl ドープ ZnTeO 薄膜を成長し，フォトルミネッセンスの温度依存性など光学特性を詳細に評価した．

実験方法　基板には ZnTe(100)を用い，有機洗浄とウェットエッチングにより表面酸化膜を取り除いた後，MBE 装置内にセットした．基板温度 250°C にて低温バッファ層を成長させた後，基板温度 400°C にて Cl ドープ ZnTeO 層を 60min 間成長させた．Cl ドーピングは原料に $ZnCl_2$ を用いて，同セル温度を 70～250°C の範囲で変化させた．酸素はラジカル銃により一定の条件下で供給した．薄膜の評価には，触針式段差計，高分解能 X 線回折(HR-XRD)，フォトルミネッセンス(PL)，フォトレフレクタンス(PR)等を用いた．

結果と考察　Fig. 1 に $ZnCl_2$ セル温度を変化させた Cl ドープ ZnTeO 薄膜の 6K での PL スペクトルを示す. $ZnCl_2$ セル温度 100°C で成長した薄膜では，同図に示した undoped ZnTeO では見られなかった強い発光ピークが 1.7eV 付近に確認できた．この発光ピークは $ZnCl_2$ セル温度の増加により，高エネルギー側へシフトした．励起光強度依存性の結果も踏まえると，この発光ピークは添加した Cl に関連するドナーアクセプター対発光であると推測される．Fig. 2 に $ZnCl_2$ セル温度 250°C で成長した薄膜の PL スペクトルの温度依存性を示す．極低温では 1.78eV の発光ピークが支配的であるが，温度上昇により 1.85eV 付近の発光ピークが大きくなった後，さらなる温度上昇によりこの発光ピークが低エネルギー側にシフトしていくことが分かる．これらの発光スペクトルの解析を行い，PR で求めた遷移エネルギーの温度依存性と比較した．結果は当日報告する．

[1] K. M. Yu et al. Phys. Rev. Lett. **91** (2003) 246403.　[2] T. Tanaka et. al. Appl. Phys. Lett. **102** (2013) 052111.

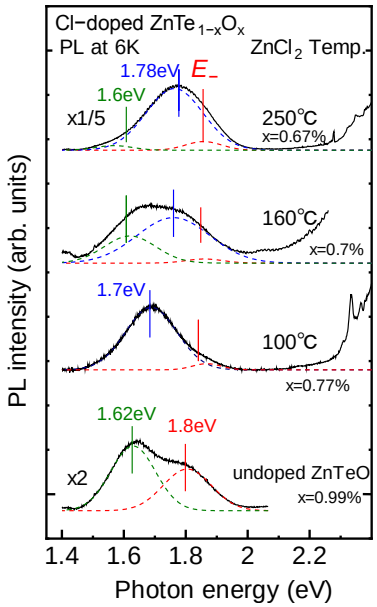

Fig. 1. Photoluminescence spectra at 6 K for Cl-doped ZnTeO grown under various $ZnCl_2$ cell temperatures.

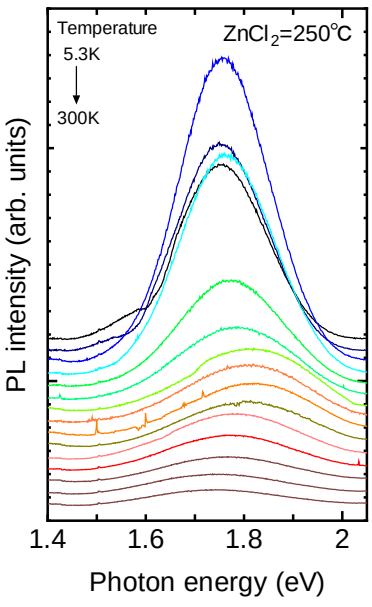

Fig. 2. Temperature dependence of photoluminescence spectra for Cl-doped ZnTeO grown at $ZnCl_2$ cell temperature of 250 °C.

© 2016年 応用物理学会