

GaP(111)基板上に成長させた CuAlS₂:Mn 薄膜 CuAlS₂:Mn phosphor thin films grown on GaP substrates

鳥取大学大学院 工学研究科

°林 翔太, 植田 翔伍, 石垣 雅, 大観 光徳

Graduate School of Engineering, Tottori University

°S. Hayashi, S. Ueda, T. Ishigaki, and K. Ohmi

Tel: (0857)31-6700 E-mail: ohmi@ele.tottori-u.ac.jp

【背景】

本研究で扱う CuAlS₂:Mn 蛍光体は、Si,Mg 共添加した粉末試料において、室温かつバンド端励起下で外部量子効率約 64% を得ている。[1] これより CuAlS₂ 母体から発光中心 Mn²⁺ へのエネルギー伝達効率が高いと推察される。この特徴を活かし、キャリア注入型の無機多結晶 EL への応用が期待できる。そこで本研究では、バンド接合や格子整合性を考慮し、基板として GaP を用いた ZnS/CuAlS₂ ヘテロ接合型 EL を考案した。今回は GaP 基板上へ CuAlS₂:Mn のエピタキシャル成長を試みた。

【試料作製方法】

CuAlS₂:Mn 粉末蛍光体を固相反応法により作製した。出発材料 CuS₂, Al₂S₃, MnS, S を組成比 Cu_{0.75}AlS_{2.1}:Mn_{0.05} に基づき秤量・混合し、Ar 雰囲気下 1100℃で 1 時間焼成した。焼成後の粉末を加圧成型し、電子線(EB)蒸着用ペレットとした。このペレットを用いて EB 蒸着法により、表面を化学エッチング処理した GaP (111) 面基板上に約 200 nm 成長させた。成長時の基板温度を 500 ~ 600 °C と変化させた。その後、成長時と同じ基板温度を 1 時間保持することで、真空アニール処理を施した。

【実験結果】

Figure 1 に作製試料の X 線回折(XRD)測定の結果を示す。GaP 基板の回折パターンと比較すると、基板温度 550 °C および 600 °C で作製した薄膜試料において 29 ° 付近に回折ピークが確認できる。これは CuAlS₂ の ICSD(112)面のパターンとほぼ一致する。回折強度は 550 °C で作製した試料が最も強くなっており、GaP 基板上への薄膜作製は基板温度 550 °C で行うのが適切であると考えられる。

Figure 2 に同試料のフォトルミネッセンス(PL)及び PL 励起(PLE)スペクトルの測定結果を示す。図より、340 nm の励起下において、CuAlS₂:Mn に特有の 600 nm 付近に発光ピークを持つ橙黄色発光が確認できる。また、基板温度 550 °C で作製した試料が最も強い発光強度を示しており、PL, PLE の結果からも、基板温度 550 °C で CuAlS₂ 薄膜を作製するのが適当であるといえる。一方、励起スペクトルは 380 nm より短波長側に CuAlS₂ のバンド端遷移に起因した強い励起帯が見られる。450~500 nm の弱い励起帯は Mn²⁺ の 3d-3d 直接遷移によるものと考えられる。GaP 基板による発光や吸収は全く見られない。

現時点での発光強度は、以前、石英基板上に作製した CuAlS₂:Mn 薄膜試料に比べて弱く、ヘテロ界面における反応や組成ずれ等による膜質の低下が懸念され、その改善が必要と考えられる。当日は、ZnS とのヘテロ接合の試み、また電気的特性の評価結果等についても報告する予定である。

[1] Y. Miyamoto, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., 50 (2011) 102401.

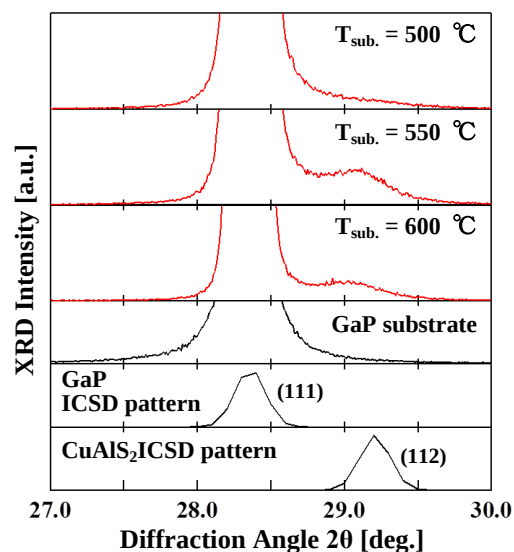


Fig.1 X-Ray Diffraction patterns of CuAlS₂:Mn thin films on GaP substrates at 500, 550, 600°C.

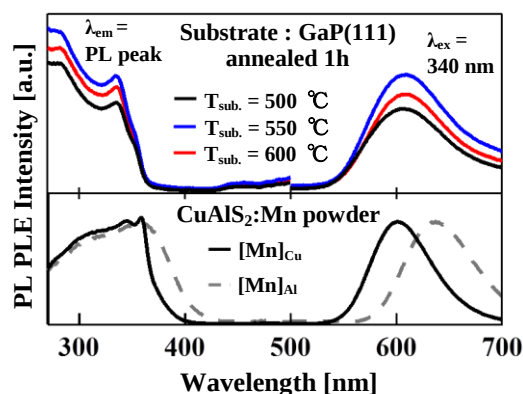


Fig.2 PL and PLE spectra of CuAlS₂:Mn thin films on GaP substrates at 500, 550, 600°C.