

重点産業利用課題報告書

実施課題番号 : 2007B1924
実施課題名 : 半導体レーザー用エピ層中の微量添加Feの状態解析
実施責任者 : 住友電気工業株式会社 飯原順次
使用ビームライン: BL14B2

半導体レーザー用エピ層中の微量添加 Fe の状態解析 (住友電気工業株式会社 解析技術研究センター) 飯原順次、斎藤吉広

1. 背景・目的

光通信用InP系レーザーダイオードでは、性能向上/低コスト化が大きな課題となっている。開発課題の一つに、半絶縁性エピ層であるFe添加InP層の高抵抗化がある。一般に、添加されたFeはInP中で深い準位を形成し、高抵抗化(=半絶縁性)が実現可能である。Fe添加による高抵抗化は、漏れ電流低減によるレーザー発光効率改善に極めて有効である。また、半絶縁性InP埋込層の採用により、製造コストの低減も期待される。

しかし、KnightらによるとFe濃度が $5 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 以上では、Feの活性化率が飽和し、 $2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以上ではFe-Pからなる化合物が析出するといわれている[1]。この析出物はChuraの電子回折による解析でFePと同定されている[2]。この問題を回避するためには、成長方法およびその後の熱処理の最適化により、FePの生成を防ぎ、活性化率を向上する必要がある。

本研究では、結晶成長直後、あるいは、熱処理後のFeの状態を解析し、製造プロセス改善の指針を得ることを最終目的としている。これまで、FePは成長した析出物のTEMによる確認のみであり、FeP析出前の状態は確認されていない。本研究では、InP中のFeの局所構造解析を行うに当たり、析出前の濃度である $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ のエピと析出が起るといわれている $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ のエピについてFe K-XAFS測定を行い、低濃度FeのXAFS測定の実施可能性を探るとともに、濃度によるFeの局所構造の違いを検証することを目的とした。

2. 実験方法

試料にはn型InP基板上に成長したFe添加InPエピを使用した。Fe濃度としては、 $1.0 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 、 $1.0 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ の2水準を用意した(濃度はSIMSにより確認済み)。また標準試料としてFe、Fe₃P、FePO₄も用意した。

Fe K-XAFS測定はBL14B2にて実施した。標準試料については透過法にて、エピ試料については19素子SSDを使用した蛍光法による測定を行った。エピ測定の際、エピの平均情報が得られるように入射角は全反射条件ではなく5度に設定した。

3. 結果

図1に得られた Fe K-XANES スペクトルを示す。 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ という低濃度の Fe についても測定可能であった。スペクトル形状を標準試料と比較すると、吸収端位置は $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 、 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 試料ともに、金属 Fe および Fe_3P に近い。しかしながら、形状は金属 Fe、 Fe_3P のいずれとも異なっていることがわかった。また、 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ のスペクトルと $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ のスペクトル間でも形状が異なっており、濃度によって Fe の局所構造が異なっていることがわかった。

得られたスペクトルは EXAFS 解析にも耐えるスペクトルであり、今後詳細解析を進めていく予定である。

参考文献

1. D.G.Knight et al, J. Electron. Mater., 21(2), 165 (1992).
2. S.N.G.Chu et al, J. Electrochem. Soc., 141(1), 242(1994).

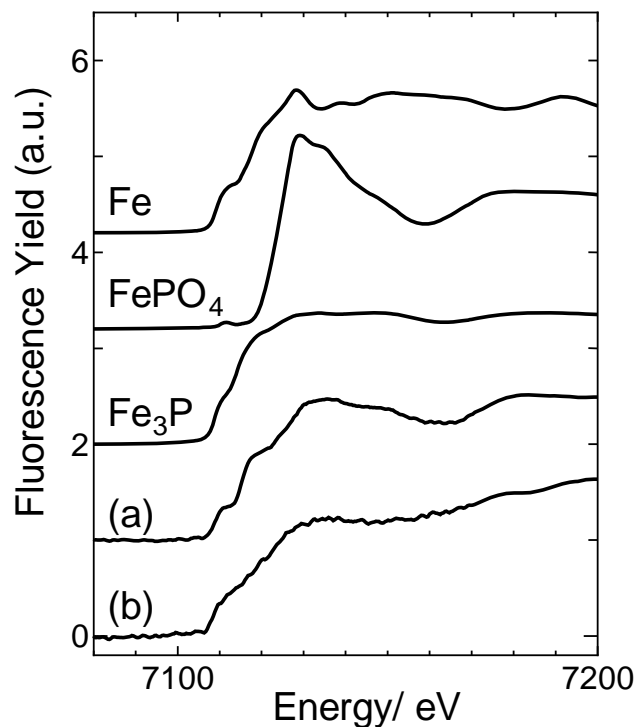


図1 標準試料および InP エピ中の Fe K-XANES スペクトル (a) $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$, (b) $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$