

半導体ドーパントのバンド構造解析による活性化機構の解明 Activation mechanism analysis on compound semiconductor by the band structure analysis of dopant

飯原順次、斎藤吉広

Junji Iihara, Yoshihiro Saito

住友電気工業(株)

Sumitomo Electric Industries, Ltd.

InP 中での p 型ドーパントである Zn の構造と活性化率の関係解明を目指して、InP 中の $1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の Zn L_3 吸収スペクトルの測定条件検討を実施した、その結果、ウェハ形状では測定不可であったが、エピ層のみをエッチングで取り出し、Zn を濃縮することによって測定可能であることがわかった。

It aims at the relation clarification of the structure and the activation efficiency of Zn that is p-type dopant in InP. The measurement condition examination of the Zn L_3 absorption spectrum, which concentration is $1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ in InP was executed. And it has been understood to measure it by taking out only the epi layer by the etching, and concentrating Zn though it was not possible to measure as a result by the wafer shape.

キーワード：半導体レーザー、フォトダイオード、InP、X線吸収スペクトル

1. 背景・目的

化合物半導体である InP は、フォトダイオードやHBTなどの光通信用デバイスに必要不可欠の材料である。デバイス特性を改善するには、材料の電氣的な特性を精密に制御することが求められている。そのための課題の一つとして、添加された不純物元素の活性化率の安定化が挙げられる。

一般に、InP用のp型不純物として、Znが用いられることが多い。Znの活性化率は、製造プロセスの条件によって30~100%の範囲で変化する。その要因として、Znが占有する格子位置の違い、Znを不活性化させる水素の混入などが指摘されているが、特定には至っていない。

本件はこの問題に対し、Zn不純物の電子状態を元素選択的に調査し、活性化率低下の原

因となる準位を特定し、原子レベルでプロセス安定化の指針を得ることを目指している。2006B0152において、 10^{18} cm^{-3} のInP中のZn- L_3 吸収スペクトルの検出に成功した。しかしながら、検出器が約6時間で劣化する現象に見舞われ、再現性の確認に至らなかった。これを受けて2007A1891において、安定した測定条件の検討を実施したが、 $1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の Zn L_3 スペクトルの検出にはいたらなかった。今回は、測定系、試料の面で改良を実施して $1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のZn L_3 スペクトル検出を目指した。

2. 実験方法

試料には InP 基板の上に成長した Zn 添加 InP エピを使用した。Zn 濃度としては、 $1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の試料を用意した(濃度は SIMS により確認済み)。また標準試料として ZnO も用

意した。

軟 X 線領域の吸収スペクトルは、全電子収量法 (Total Electron Yield) で測定されることが多い。しかし、対象元素の濃度が低い場合は、蛍光法による検出の方が有利になる[1]。そこで、本課題では MCP を用いた全蛍光収量法 (Total Fluorescence Yield) による測定を適用した。

TFY 法測定は、BL27SU にて実施した。蛍光 X 線の検出素子としては、浜松ホトニクス社製の F4655 を使用した。本 MCP の定格は 2500 V であるが、出力をオシロスコープにて確認しながら、最大 2800 V まで印加した。

試料はエピのままとエッチングにより基材を除去しエピ膜を粉末化した試料を用意した。粉末化することにより、単位面積当たりの Zn 濃度の濃縮が目的である。

3. 結果

Figure 1 に得られた InP 中の Zn- L_3 XANES を示す。S/N の改善の余地はあるものの、 $1.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 濃度の Zn についても蛍光収量法を用いることで吸収の検出が可能であった。用いた試料は粉末化して濃縮した Zn ドープ InP エピである。今回もウェハ形状のままでは同濃度の Zn を検出することは不可であった。また、BG の低減を狙って Ti $0.2 \mu\text{m}$ のフィルタを試料と MCP の間に挿入し、不要な蛍光 X 線のカットを行った。しかしながら、S/B 比で比較するとフィルタ無しの方が高い値が得られており、本系に関しては Ti フィルタの有効性は認められなかった。

今後は更なる感度向上を目指して、全蛍光収量法から部分蛍光収量法での検討を行い、元素選択バンド構造の解析技術を確立し、高

性能な製品開発に役立てていく計画である。

参考文献

1. J.Iihara et al., Japanese Journal of Applied Physics **44**(9A), 2005, 6612.

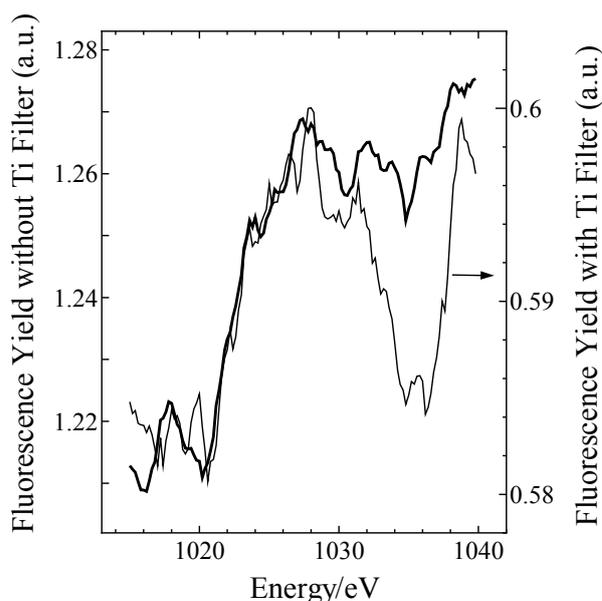


Figure 1 Titanium filter effect of Zn L_3 absorption spectrum by TFY mode.