



Title	Electron Deep Levels in Horizontal Bridgman Grown Gallium Arsenide
Author(s)	閔, 碩基
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36872">https://hdl.handle.net/11094/36872</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	閔 碩 基
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8742 号
学位授与の日付	平成元年5月19日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	Electron Deep Levels in Horizontal Bridgman Grown Gallium Arsenide (水平ブリッジマン法によるガリウムヒ素化合物半導体の深い電子準位に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進 (副査) 教授 浜川 圭弘 教授 蒲生 健次 教授 小林 猛 助教授 高井 幹夫

### 論文内容の要旨

水平 Bridgman (HB) 法で成長させた未添加 GaAs ( $N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ) 内に存在する深い電子準位を、過渡接合容量分光法である D L T S (deep level transient spectroscopy) 法、 I C T S (isothermal capacitance transient spectroscopy) 法及びフォトキャパシタンス法を用いて研究し、以下の事柄を明らかにした。

深い準位の熱処理による挙動を調べるため、電気炉熱処理と急速熱処理 (R T A) を行い、850°C の温度における E L 2 準位の熱処理時間依存性を調べた。E L 2 準位 (E C - 0.81eV) は、熱処理時間の増加に伴って、新しい準位である E X 2 (E C - 0.73eV) を経て、最後に E X 1 準位 (E C - 0.87eV) に変化することが分かった。さらに、熱処理時間による E L 2 準位の濃度変化から、E L 2 準位の拡散係数が  $1.02 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$  と Ga-vacancy の拡散係数より 4 衍ほど大きいことを明らかにした。この結果は、E L 2 準位が格子間 As ( $\text{As}_i$ ) 原子を含んでいることを示唆している。また、フォトキャパシタンスクエンチングの実験結果より、E L 2 のみならず E X 2, E X 1 準位も、それぞれ準安定状態を持っていることが明らかとなった。

以上の実験結果をもとに、E L 2 の原子構造モデルとして、従来の単独のアチンサイト ( $\text{As}_{\text{Ga}}$ ) とは異なる新しい複合体 ( $\text{V}_{\text{As}} \cdot \text{As}_i \cdot \text{V}_{\text{Ga}} \cdot \text{As}_{\text{Ga}}$ ) モデルを提案した。この複合体は、アンチサイト As ( $\text{As}_{\text{Ga}}$ ) ・複空格子 ( $\text{V}_{\text{Ga}} - \text{V}_{\text{As}}$ ) ・格子間 As 原子 ( $\text{As}_i$ ) からなる。また E X 2 は複合体 ( $\text{V}_{\text{As}} \cdot \text{V}_{\text{Ga}} \cdot \text{As}_{\text{Cs}}$ ) であり、E L 2 から格子間 As ( $\text{As}_i$ ) が熱処理により離脱して生じる。このモデルにより、E L 2 とそのグループ (E X 2, E X 1) 準位の熱処理中の挙動や共に準安定状態を持つことなどが矛盾なく説明できることが分かった。

さらに、EL 6 準位 ( $E_c - 0.35\text{eV}$ ) も EL 2 グループ (EX 2, EL 2, EX 1) と同様に EL 7 ( $E_c - 0.27\text{eV}$ ) から EL 9 ( $E_c - 0.18\text{eV}$ ) を経て EL 8 準位 ( $E_c - 0.22\text{eV}$ ) と変化し、EL 6 グループ (EL 9, EL 8, EL 7, EL 6) を形成することが分かった。この 2 つのグループの間の熱的挙動の類似点から、これらの深い準位の起源に関連があることが判明した。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は、水平 Bridgman 法 (HB) で成長したアンドープ GaAs 中に存在する深い電子捕獲準位を過渡接合容量分光法を用いて評価した結果をまとめたものである。

HB 成長結晶を電気炉およびフラッシュランプ急速加熱により熱処理し、残留欠陥に付随した深い準位を DLT S (Deep Level Transient Spectroscopy), ICT S (Isothermal Capacitance Transient Spectroscopy) による準位スペクトル、活性化エネルギー、捕獲断面積の測定から詳細に調べた。この結果から EL 2 が熱処理により新しい準位 EX 2, EX 1 に変化する過程を初めて見いだした。さらにフォトキャパシタンスのクエンチング過程を詳細に解析し EL 2, EX 2, EX 1 はともに基底状態の他に固有の 2 種類の準安定状態をもつ特異な電子局在準位であり相互に関連が有ることを明らかにした。また EL 2 の拡散係数をもとめこれが Ga 空格子の拡散係数にくらべ格段に大きいことを示した。

これらの結果をもとに、EL 2 の原子構造モデルが、従来の孤立した As アンチサイトとは異なるアンチサイト-複空格子-As 格子間原子から成る複合体であることを提案した。このモデルによれば EL 2 とこれと相關する深い準位の熱処理中の挙動や準安定状態の存在が全て矛盾なく説明できる。

GaAs 集積回路の基本となる半絶縁性結晶が高抵抗となる原因是、EL 2 を含む深い電子捕獲準位に起因するといわれているので、その熱処理過程における挙動の解明は重要である。本研究から、ミクロな原子構造モデルによる広範囲の特性解明の手がかりが獲られたことは、半導体工学の発展に寄与するところ大であり、従って本論文は博士論文として価値あるものと認められる。