

## 化合物半導体単結晶成長装置

坂下由彦\*・岡田 広(工博)\*\*

\*機械事業部・開発部 \*\*技術開発本部・材料研究所

化合物半導体はLED(発光ダイオード)や半導体レーザなどのほかに、移動体通信用高周波デバイス向けに需要が拡大している。近年、製品の高性能化、低コスト化にともない、材料に対する大口径化、高品質化への要望が高まっている。

このような要望に対し、HIP装置のトップメーカーとして、これまでに培ってきた高压技術・加熱技術をベースとして、高品質単結晶成長に関する材料技術を適用し、結晶成長に最適な温度分布を与える炉内構造、化合物の組成を制御するための蒸気圧制御機構を開発、次世代技術の単結晶成長装置を完成した。

### 1. 装置仕様および特徴

以下に当社デモ機の仕様および特徴を紹介する。

#### 1.1 装置仕様

型式：垂直ブリッジマン(VB)/垂直温度勾配(VGF)式  
単結晶成長装置(蒸気圧制御機能付)

温度・圧力：最高1650 × 最高9.8MPa(100kgf/cm<sup>2</sup>)

加熱方式：グラファイト抵抗加熱式

雰囲気ガス：アルゴン、窒素ガス

るつぼ昇降速度：1~20mm/h

るつぼストローク：250mm

#### 1.2 特徴

- ・低欠陥単結晶成長に最適な温度分布を与える炉内構造(対流、輻射、伝導を同時に扱える自社開発炉内熱流解析プログラムを設計ツールとして利用した。)
- ・化合物の組成を制御するための蒸気圧制御機構(当社ではZnSe単結晶成長において、Zn蒸気圧制御によるas-grown結晶の低抵抗化に成功した。)
- ・ヒータ制御温度の安定性は、設定温度±0.5以内と卓越した安定性を実現した。
- ・プレスフレーム(圧力支持機構)の採用により操作性、メンテナンス性の向上を図った。
- ・パソコンGUI(Graphical User Interface)の採用により操作性の向上を実現した。

### 2. 化合物半導体単結晶の成長

写真1に単結晶成長実験用に試作したプロト機を示す。本装置により、Ⅲ族(GaP, InP, GaAs)、Ⅱ族(ZnSe)各化合物の半導体単結晶成長を試み高品質化を確認した。GaP単結晶の成長結果を次に示す。

#### 2.1 GaP単結晶成長

写真2に成長させたGaP単結晶の外観写真を示す。本結晶の成長条件は下記のとおりである。

- ・結晶サイズ：2インチ
- ・結晶成長方位：<100>
- ・成長方法：LE-VB(Liquid Encapsulated VB)法
- ・圧力：80kgf/cm<sup>2</sup>(アルゴンガス)
- ・成長速度：3mm/h

本結晶は結晶性に優れ、X線ロッキングカーブ半値幅(400回折)はウェ八面内全域にわたりほぼ均一な値(約10 arcsec)

であった。転位密度はウェ八面内平均で10cm<sup>-2</sup>以下であり、ほぼ無転位状態であった。SIMSによる不純物分析の結果、本装置による不純物汚染がないことも確認した。

#### 2.2 その他の化合物半導体材料

その他の化合物半導体材料についても本装置による高品質化を検証している。たとえばGaAs単結晶については、転位密度1000cm<sup>-2</sup>であることを確認、ZnSe単結晶に関しては双晶密度の低減に有効であることを確認した。

本単結晶成長装置1号機を1998年上期に大手化合物半導体結晶メーカーへ納入した。今後、本装置の生産機としての有効性がユーザから評価され、次世代化合物半導体単結晶製造の標準機となることを期待している。



写真1 単結晶成長実験装置の外観



写真2 GaP単結晶の外観 100方位成長