

# InGaAs/GaAsP 波状超格子(WoW)太陽電池構造の フォトルミネセンススペクトルにおける励起光強度依存症 Excitation Power Dependence of the Photoluminescence Spectra of InGaAs/GaAsP Wire on Well structures

宮崎大工<sup>1</sup>, 東大先端研<sup>2</sup>, 山本 尚輝<sup>1</sup>, 駒場 森太郎<sup>1</sup>, 杉山 正和<sup>2</sup>, 碓 哲雄<sup>1</sup>, 福山 敦彦<sup>1</sup>  
Univ. of Miyazaki<sup>1</sup>, The Univ. of Tokyo<sup>2</sup>, Naoki Yamamoto<sup>1</sup>, Shintaro Komaba<sup>1</sup>,  
Masakazu Sugiyama<sup>2</sup>, Tetsuo Ikari<sup>1</sup>, Atsuhiko Fukuyama<sup>1</sup>  
E-mail: ikari@cc.miyazaki-u.ac.jp

## 1. はじめに

GaAs 歪緩和層を挿入した高効率な InGaAs/GaAsP 超格子 (SL) 太陽電池について、その効率に及ぼす内部歪みの影響などを光学的手法を用いて調べている[1,2]。そのなかで、この SL 構造を微傾斜基板上に成長させた波状超格子 (WoW) を光吸収層として採用することで、キャリア収集効率および変換効率を向上させた [3]。しかしながら詳細なキャリア輸送過程については未解明な部分があり、どのような量子準位間の電子遷移が支配的であるのかが分かっていない。そこで本研究では、フォトルミネセンス (PL) 法およびフォトリフレクタンス (PR) 法を用いて電子帯構造を調べ、特に PL の励起光強度依存性について議論する。

## 2. 実験手法

実験には GaAs(001)面上に[111]方向へ6°傾けた微傾斜基板上に成長させた InGaAs/GaAs/GaAsP の SL 構造試料を用いた。PL 法は室温から 4K までの温度で行い、励起光強度は 1 から 50mW まで変化させた。PR 法は室温でのみ実験を行い、知りたい波長範囲での測定信号が小さかったため、得られた変調スペクトルを Kramers-Kronig 変換し、そのピークエネルギーから遷移エネルギーを算出した。

## 3. 結果と考察

図 1 に低温における PL スペクトルとその励起光強度依存性を示す。1.34 および 1.39eV に WoW 構造によるとみられる信号ピークが見られ、励起光強度を増加させるとブルーシフトしている。WoW 構造は図中に示すように、z 方向に積層した量子井戸の幅が y 方向に連続して変化している。井戸幅は 0.5 から 6.5nm と変化しており、y 方向の長さは 30nm でこれがさらに周期的に並んでいる。x 方向には平面波である。井戸幅が小さい部分の量子準位がエネルギー的に高くなるため、この構造内ではキャリアが井戸幅の広い部分に集まっていることが予想される。励起光強度が

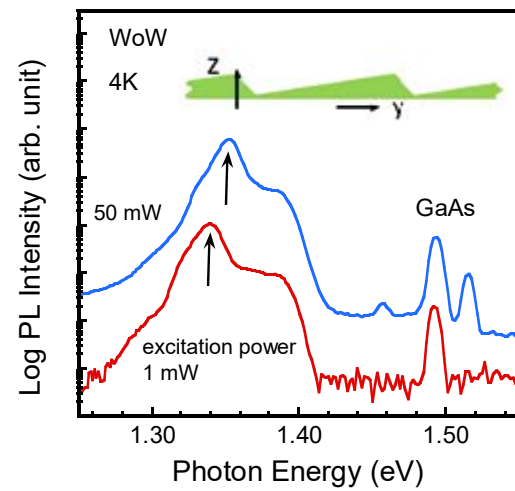


Fig.1 PL spectra of WoW samples at 4K.  
Laser excitation power is changed from 1 to 50 mW.

増加しキャリア数が増えると、より井戸幅が狭くエネルギーの高い準位までキャリアが占有されるようになり、PL ピークエネルギーがブルーシフトする。室温における PR スペクトルにおいても同様なピークが観測されている。WoW のバンド構造には場所とともに変化する量子準位エネルギーと、井戸幅の違いによる歪みの量の変化も影響してくるため様子は複雑となり、電子と正孔の井戸内における分布を理解するためには、これらを含めた解析が必要となる。

## 参考文献

- [1] A. Fukuyama, et. al., J. Phys. D **56**, 045101 (2023).
- [2] A. Watanabe, T. Ikari, et al., J. Appl. Phys. **128**, 195702 (2020).
- [3] H. Cho, M. Sugiyama, et al., J. Cryst. Growth **464**, 86 (2017).