

課題番号 : F-15-UT-0127
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : Si/Ge量子細線多接合型太陽電池のためのSi上Ge薄膜pinダイオードに関する研究
 Program Title (English) : Research on Ge on Si thin pin diodes for multi-junction solar cells based on Si/Ge quantum wire structure
 利用者名(日本語) : 安田 学, 和田 一実
 Username (English) : Manabu Yasuda, Kazumi Wada
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻
 Affiliation (English) : Dept. of Materials Engineering, School of Engineering, the University of Tokyo

1. 概要(Summary)

効率/価格で表される太陽電池の Figure of Merit (FoM) の向上は再生可能エネルギーの将来を左右する重要な課題である。特に、多接合型太陽電池は 80 % (FF=1 を仮定) を越える効率が理論的に予測されているが高価格となる傾向があり、宇宙用などに利用されているが、一般には低価格化が喫緊の課題である。本研究では Si 系太陽電池に、多接合太陽電池として Ge の量子細線を製作した構造を目指している。Si や Ge が地上に豊富にある元素でありプロセス技術も固まっていることから多接合太陽電池の低価格化の切り札となることが期待される。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

クリーンドラフト潤沢超純水付、4 インチ高真空 EB 蒸着装置、電子顕微鏡

【実験方法】

Si ウエハ上に 100 nm Ge を超高真空気相成長法(自部門装置)を用い成長し、その上に薄膜 Si を表面保護のため成長した。東北大学流体科学研究所独自技術であるバイオテンプレート法と中性ビーム加工装置を用い、上記 Ge 薄層から 10 nm 径 100 nm 長の Ge 量子細線を製作した。その後、走査電子顕微鏡、顕微フオルミネッセンス (PL) 法(自部門装置)などにより、加工された Ge 量子細線の形態観察とバンド構造の評価を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 は Ge の量子細線径とバンドギャップとの計算結果を示す。Ge 細線径が 10 nm の場合、そのバンドギャップは重い正孔による価電子帯と軽い正孔によるもの二つが存在する。この図には基底状態と第一励起状態の二つ

が表示されているが、基底状態(図中の G-hh1 および G-lh1)に注目する。10 nm 径の Ge 細線の場合には、バンドギャップは約 1200 nm と約 1100 nm のバンド間遷移に相当することが分かる。

走査電子顕微鏡観察より、実際に 10 nm 程度の Ge 細線が形成されていることが確認された。PL 法により評価では、微弱ではあるが 1300 nm 付近に発光ピークの存在が確認された。PL 評価は室温にて行った。低温ではこの発光が見られなくなることも確認した。これらの結果は、Ge の量子細線の特徴をよく説明するものであり、今後 pin ダイオードの製作を進めることにより、太陽電池としての性能を明確化する予定である。

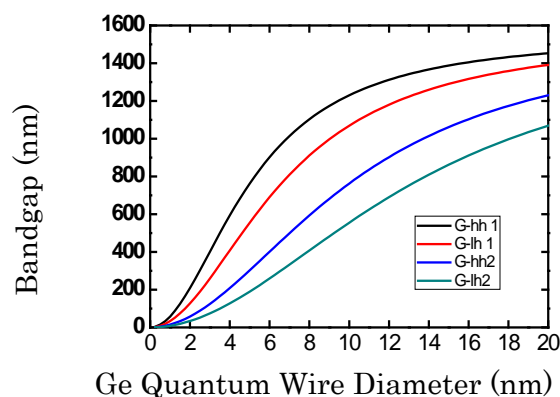


Fig. 1 Ge quantum wire diameter vs. bandgap.

4. その他・特記事項(Others)

・文科省科研費基盤研究 A 「量子・光ナノ構造制御による高効率シリコン系太陽電池に関する研究」によるサポートに謝意を表す。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 安田 学、平成 27 年度東京大学・大学院工学系研究科マテリアル工学専攻修士論文。

6. 関連特許(Patent) なし。