逆積み格子不整合系 InGaAs 太陽電池の転位すべり面と電気特性の関係

Correlation between electrical characteristics and glide planes of misfit dislocations of inverted metamorphic InGaAs single junction solar cells

宇宙機構 [1]，宮大工 [2]，産総研 [3]　○小倉 暁雄 [1]，鈴木 秀俊 [2]，大島 隆治 [3]，菅谷 武芳 [3]，今泉 充 [1]

JAXA [1], Miyazaki Univ. [2], AIST [3], ◦Akio Ogura[1], Hidetoshi Suzuki[2], Ryuji Oshima[3], Takeyoshi Sugaya[3], Mitsuru Imaizumi[1]

E-mail: ogura.akio@jaxa.jp

【はじめに】格子不整合系多接合太陽電池は，より最適なバンドギャップ材料の組み合わせが可能となるため，従来の格子整合系よりも高効率化できる．格子不整合系太陽電池には，歪緩和する際に生じる転位を閉じ込めるための組成傾斜バッファ層が挿入されている．しかし，バッファ層内の転位すべり面の制御が困難であるため，ウェハ面内で電気特性に分布が生じている．我々はこれまで，[100]方向に 2°傾斜された GaAs(001)基板上に順積み構造の $In_{0.2}Ga_{0.8}As$ 太陽電池を成膜し，転位すべり面の選択性と電気特性との関係を調べてきた[1]．α 転位のすべり面はほぼ一様に制御されていたが，β 転位のすべり面にはばらつきが生じていた．基板傾斜の角度・方向を変えることで転位すべり面を制御することができることから[2]，今回は基板傾斜方向・角度を変更すると共に，バッファ層の薄層化を試み，その電気特性と転位すべり面との関係を調べた．

【実験と結果】MOCVD 法を用いて，[110]方向に 5°傾斜された 4 インチ GaAs(001)基板上に，組成傾斜 InGaP バッファ層，および $In_{0.3}Ga_{0.7}As$ 太陽電池層を積層した．成膜後，支持基板に転写して 1.0 cm×1.0 cm サイズに素子分離した．AM0 光下で電気特性を取得し，それをもとに計算した $W_{oc}(= E_g/q - V_{oc})$分布を図 1 に示す．ウェハ中央部分に W_{oc} の小さいサンプルが集中しており，周辺部分では W_{oc} が大きくなっている．複数枚のサンプルに対して X 線回折法により逆格子マップ(RSM)を取得した．X 線を[110]方向より入射して得られた(004)回折の RSM を図 2 に示す．GaAs バッファ層，傾斜組成 InGaP バッファ層，オーバーシュート層(OS)、InGaAs 太陽電池層のピークが観察される．W_{oc} の小さいサンプル A では，GaAs バッファ層のピークに対して InGaP バッファ層のピークが[110]方向へ移動している．これは α 転位の(111)すべり面が支配的であり，基板傾斜によって制御されていることを示している．一方で W_{oc} の大きいサンプル B では，3-4 層目を境にして InGaP バッファ層のピークが[-1-10]方向へ移動している．これは(-1-11)すべり面が支配的となり，すべり面が(111)から(-1-11)へと急激に変化していることを示している．今回の基板傾斜方向・角度から考えて，α 転位のすべり面が制御されるはずであったが，W_{oc} の大きいサンプルでは制御されていない結果となった．

【参考文献】

[1] A. Ogura, et al., J. Cryst. Growth **533**, 125432 (2020).
[2] J. E. Ayers, et al., J. Cryst. Growth **113**, 430 (1991).

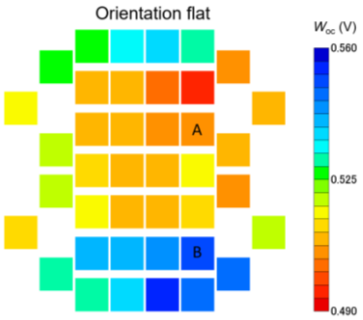

Fig. 1 Distribution of the band-gap voltage offset (W_{oc}).

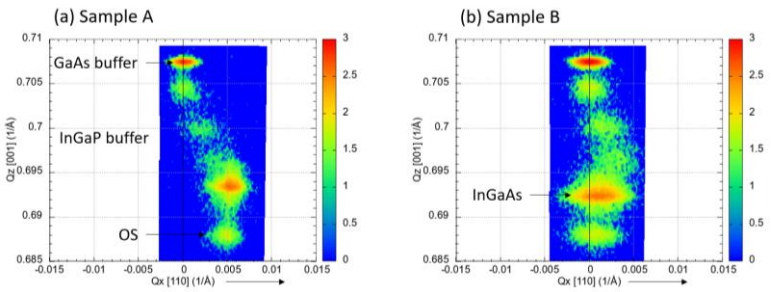

Fig. 2 Reciprocal space maps of the symmetric (004) Brag reflections of sample A and B.