

量子井戸太陽電池における電子と正孔の走行時間および実効移動度の評価

Evaluation of electron and hole transport times and effective mobilities in quantum well solar cells

○トープラサートポン カシディット¹、谷淵 泰三²、加田 智之²、朝日 重雄²、渡辺 健太郎¹、
杉山 正和¹、喜多 隆²、中野 義昭¹、(1. 東大工、2. 神戸大)

◦Kasidit Toprasertpong¹, Taizo Tanibuchi², Tomoyuki Kada², Shigeo Asahi², Kentaroh Watanabe¹,
Masakazu Sugiyama¹, Takashi Kita², and Yoshiaki Nakano¹ (1. Univ. Tokyo, 2. Kobe Univ.)

E-mail: toprasertpong@hotaka.t.u-tokyo.ac.jp

1. 背景・目的

InGaAs/GaAsP 多重量子井戸 (MQW) 太陽電池は多接合太陽電池の電流整合・疑似格子整合のサブセルとして期待されている[1]。しかし、MQW 構造自体が光生成キャリアの回収を妨げ、光電流が落ちてしまうことがこの材料の重要な課題である。そこで、MQW からのキャリア回収効率を改善するためには MQW 内のキャリア輸送過程を明らかにする必要がある。本研究ではキャリア走行時間測定法 (TOF 法) [2] を用いて電子と正孔の走行時間および実効移動度の評価を行った。

2. 実験

調査したサンプルは p-i-n GaAs の i 領域に InGaAs /GaAsP MQW を挿入した太陽電池構造である。MQW は、バリアが比較的に低い In_{0.21}Ga_{0.79}As/GaAs_{0.75}P_{0.25} MQW とバリアがより高い In_{0.21}Ga_{0.79}As/GaAs_{0.59}P_{0.41} MQW の 2 つの構造について調査した。電子と正孔を独立に調査するためにそれぞれの MQW について p-on-n 構造および n-on-p 構造のサンプルを作製した。

[2]の TOF 法では、短波長 (405 nm) の光により表面近傍にキャリアを生成し、そのキャリアが i 領域を通過する時間を測定することで、p-on-n 構造では電子の走行時間を測定し、n-on-p 構造では正孔の走行時間を測定することになる。実効移動度 μ_{MQW} は平均速度 v と電界 E を用いて

$$\mu_{MQW} = v/E \quad (1)$$

で表される。

3. 結果

Fig. 1 は平均速度と内部電界の関係を示す。低いバリアを持つ MQW 構造においては電子と正孔ともに速度と電界が線形比例していることがわかる。そのときに得られた電子実効移動度は $2.2 \pm 0.2 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、正孔実効移動度は $1.9 \pm 0.3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ である。同様な実効移動度が得られたのは正孔の重い有効質量と価電子帯の小さいバンドオフセットによると考えられる。

一方、高いバリアの MQW においては、正孔は電界に対して飽和した様子を示している。これは電界に依存しない過程によって律速されており、高いバリアの構造を設計する際には特に注意が必要であることがわかった。

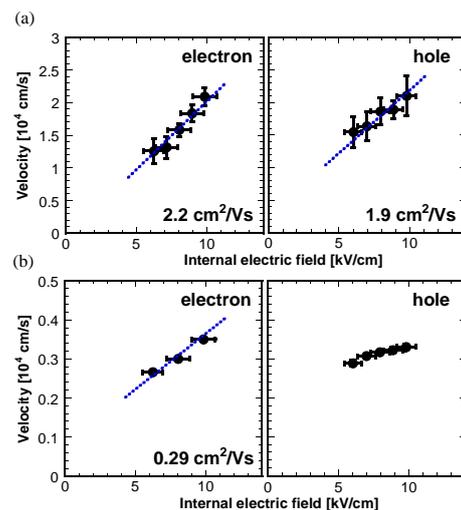


Fig.1 Velocity-field relation for electrons and holes in (a) In_{0.21}Ga_{0.79}As/GaAs_{0.75}P_{0.25} low-barrier MQW and (b) In_{0.21}Ga_{0.79}As/ GaAs_{0.59}P_{0.41} high-barrier MQW

[1] N.J. Ekins-Daukes, et al., *Sol. Energ. Mat. Sol. C.* **68**, 2001.

[2] トープラサートポン他, 『2014 年春季応用物理学会』.