

課題番号 : F-16-NU-0002
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 光誘起非平衡状態の輸送現象の研究
Program Title(English) : Transport phenomena in photo-induced non-equilibrium
利用者名(日本語) : 田辺賢士, 生田将理
Username(English) : K. Tanabe, M. Ikuta
所属名(日本語) : 名古屋大学大学院理学研究科
Affiliation(English) : Graduate school of Sci., Nagoya Univ.

1. 概要(Summary)

循環型社会の実現を目指し、太陽光を電気エネルギーに変換する光起電力効果や、廃熱を電気エネルギーに変換するゼーベック効果が基礎から応用に渡って幅広く研究されている。我々は基礎研究からこれらの技術開発を支えるため、光起電力効果とゼーベック効果を融合した光ゼーベック効果の研究を行う。

半導体に(バンドギャップを超えるエネルギーを持つ)光を照射すると、ほとんどの光は半導体の表面で吸収され、表面に電子ホール対を生み出す。それゆえ半導体の内部にはキャリア濃度の勾配が生まれる。これまでの先行研究では光の進入長を使った二層モデルによって解析されてきた[1,2]。しかし表面で生成されたキャリアは内部に拡散することができる。そこで本研究課題ではキャリアの拡散現象を調べるために微細加工による拡散長の評価を目指し、名古屋大学先端技術総合研究施設の設備を利用して微細加工を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子線露光装置、3元マグネトロンスパッタ装置

【実験方法】

まず ZnO 単結晶上に 3 元マグネトロンスパッタ装置を用いて金属電極(Al, Ti, Ni など)を作製し、オーミック接合の作製を行った。次に電子線露光装置を利用して、拡散を制御するためのパターニングを行い拡散長の評価を目指した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

電極を作製した素子の IV 特性を評価したところ、線形な IV 曲線が得られ、オーミック接合の作製に成功したといえる。しかし一方で ZnO 単結晶は購入先に応じて抵抗率が 8 桁以上も異なることが明らかになった($\sim 10^1 \Omega\text{cm}$ MTI 社, $\sim 10^9 \Omega\text{cm}$ 東京電波)。パターニングによる拡散長の評価のためには高抵抗、高純度な ZnO 単結晶が必要であり、東京電波製の ZnO 単結晶は現在入手困難なため、微細加工による拡散長の決定は断念した。

そこで次にこのオーミック接合が取れた素子を利用して光ゼーベック効果の研究を行った。特に光の進入長が

大きく変化するバンドギャップ近傍の紫外光のエネルギー依存性を調べた。その結果電気伝導率とゼーベック係数の関係は光のエネルギーに依存せず、進入長との相関はないことが明らかになった(Fig. 1)。さらに暗闇での移動度と光照射下での移動度が等しいと仮定することで、両極性キャリア拡散長を評価したところ、その長さはおおよそ $1 \mu\text{m}$ になった。この値は先行研究で示された少数キャリア拡散長とおおよそ一致した。少数キャリアの移動度が多数キャリアに比べて十分小さい場合、両極性キャリア拡散長は少数キャリア拡散長に一致するため、この結果は有意であると考えられる。この結果は現在論文雑誌に投稿中である(1)。

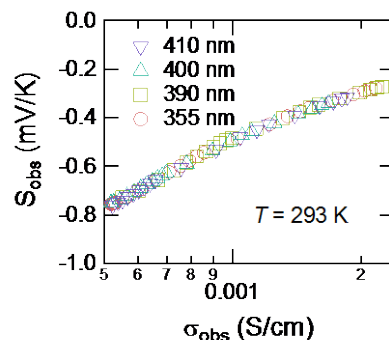


Fig. 1 Seebeck coefficient as a function of electrical conductivity.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] R. Okazaki *et al.*, JPSJ **81**, 114722 (2012).

[2] Y. Lv *et al.*, Sci. Rep. **5**, 16291 (2015).

・JSPS (No.26287064, No.15K17436)

・熱・電気エネルギー技術財団(平成 28 年度)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) K. Tanabe *et al.*, *submitted*

6. 関連特許(Patent)

なし。