

課題番号 : F-19-NM-0036
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : シリコンナノワイヤを用いた熱電素子の開発
 Program Title(English) : Development of Silicon nanowire Thermoelectric Generator
 利用者名(日本語) : 武澤宏樹
 Username(English) : H. Takezawa
 所属名(日本語) : 早稲田大学先進理工学研究科
 Affiliation(English) : School of Advanced Science and Engineering
 キーワード/Keyword : エネルギー関連技術、リソグラフィ・露光・描画装置、エナジー・ハーベスティング、熱電発電デバイス、シリコンナノワイヤ

1. 概要(Summary)

当研究グループでは、シリコンナノワイヤ(Si-NW)を基板上に水平に配置したシンプルなプレーナ型 Si 熱電発電デバイスを開発している[1]。本デバイスの断面図を Fig.1 に示す。本デバイスは、発電部である Si-NW とその両端に電極を設ける構造であり、高温部分となる電極に熱伝導層を堆積し低温部分と段差を設ける構造である。段差を設けることで低温部分には空気層ができ、空気の熱抵抗が熱伝導層の熱抵抗よりはるかに大きいことを利用し、発電部両端に温度差をつけている。高温部分の熱伝導層の厚さを薄くするほど熱抵抗が小さくなるが、空気層が薄くなり低温側も加熱されやすくなる。そこで本実験では、最適な熱伝導層膜厚を明らかにすることを目的とした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 125kV 電子ビーム描画装置、高速マスクレス露光装置、プラズマアッシャー、多元スパッタ装置、全自動スパッタ装置

【実験方法】

p 型 Si(100)の SOI 基板(SOI 膜厚=88 nm, BOX=145 nm)に EBリソグラフィをおこなった。現像後、レジスト残渣を除去するためプラズマアッシャーを利用した(NIMS 微細加工 PF)。その後、ドライエッチングを行い Si-pad と Si-NW を形成した。次に熱酸化によって約 20 nm の酸化膜を形成後(早稲田大学ナノ・ライフ・創新研究機構)、P⁺イオンを加速電圧 25 keV、ドーズ $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ で注入し(早稲田大学理工学部マイクロテクノロジーラボ)、活性化アニールを行った(早稲田大学西早稲田キャンパス)。その後、リソグラフィとスパッタリングにより電極を形成した(NIMS 微細加工 PF)。作製した μTEG に、高温熱源としてマイクロサーモスタッドを接近させ、低温熱源として基板ステージをチラーを用いて冷やし発電部両端に温度差を付与し、

得られた電圧値を測定した。高温熱源と低温熱源の温度差は 20 K である。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 2 に熱電発電デバイスの発電特性を示す。横軸は高温側と低温側の段差を示しており、Fig. 1 の x の膜厚である。Al 膜厚が厚いほど発電量が増加しており、本デバイスでは膜厚が厚いほど大きな電圧が得られることを示している。

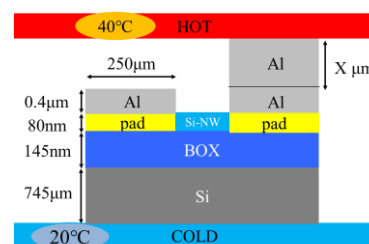


Fig. 1 Cross-section view

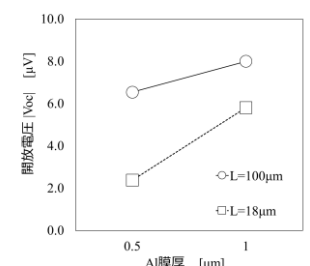


Fig. 2 Thermoelectric characteristic

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献: [1] M. Tomita et al., Symp. VLSI Technol. Dig.Tech. Papers (2018) 93.

共同研究者:産業技術総合研究所 松川 貴様、松木 武雄様

競争的資金:戦略的創造研究推進事業 (CREST): JPMJCR19Q5

他の機関の利用:早稲田大学ナノライフ・創新研究機構 (F-19-WS-0026)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) S. Noguchi et al, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会

6. 関連特許(Patent)

なし