

課題番号 : F-19-KT-0082
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : MEMS デバイスを利用した半導体ナノワイヤの機械・電気連成特性評価
 Program Title(English) : Multiphysics evaluation of mechanical and electrical properties of semiconductor nanowires by means of MEMS-based devices
 利用者名(日本語) : 磯野吉正、上杉晃生
 Username(English) : Y. Isono, A. Uesugi
 所属名(日本語) : 神戸大学大学院工学研究科
 Affiliation(English) : Graduate School of Eng., Kobe Univ.
 キーワード/Keyword : N&MEMS、エネルギー関連技術、リソグラフィ・露光・描画装置、シリコンナノワイヤー

1. 概要(Summary)

微小センサを多数利用する IoT 社会を実現するためには、それらへの電力を供給するための小型自立電源素子の開発が不可欠である。本研究では余剰排熱からの高効率エネルギー変換の期待できるエナジーハーベスティング手法として熱電発電に注目し、シリコンナノワイヤ(Silicon Nanowires; SiNWs)構造を用いた、低コスト、低環境負荷、高信頼性の小型発電素子の開発に取り組んでいる。これまでの SiNWs 研究においては未だ実用水準のエネルギー変換効率をもつ熱電変換発電の報告は見受けられない。そこで本研究では、SiNWs 表面電気伝導性増加によるエネルギー変換効率の向上と、SiNWs 密度制御による発電密度の向上を目指す。本課題では、VLS (Vapor-liquid-solid)法によるナノワイヤ結晶成長技術を MEMS プロセスに取り入れ、SiNWs と MEMS 熱電発電特性評価デバイスとがモノリシック化したデバイスを構築し、その電気特性評価を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置、レジスト現像装置、
 ウエハスピン洗浄装置

【実験方法】

SiNWs の熱電発電特性評価のための集積ヒーター、温度センサを持つ MEMS 熱電発電特性評価デバイスを開発・作製し、そのデバイス作製工程上において、所望の選択的な領域に直接 SiNWs を成長させて、その熱電発電特性評価を行う。京都大学ナノテクノロジーハブ拠点のレーザー直接描画装置を用いて紫外線フォトリソグラフィ用 5 インチフォトマスクを作製した。このフォトマスクを用いた 2 段階の紫外線リソグラフィを用い、VLS 法の触媒とな

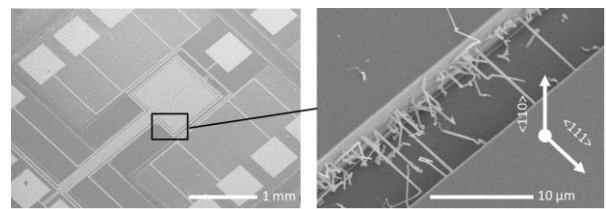


Figure 1. MEMS-based device for thermoelectric evaluation of bridging SiNWs grown by using VLS method.

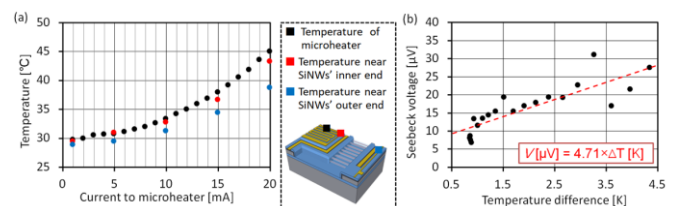


Figure 2. (a) temperature distribution on the device and (b) thermoelectric voltage of the bridging SiNWs.

る金ナノ粒子配列パターンニングを行うことで、直径のそろった SiNWs を所望の領域からのみ成長させ、評価デバイス上に直接架橋成長させる。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

SiNWs をモノリシック化して作製した評価デバイスを図 1 に示す。直径約 200 nm の SiNWs を、マイクロレンチ構造内に架橋成長させることに成功し(図 1 右: VLS 直後の観察像)、また SiNWs 両端部での I - V 特性評価により架橋 SiNWs が電氣的接続を有することが実験的に確かめられた。図 2 は集積ヒーターによるデバイス上の温度分布とこれによる SiNWs の熱電発電電圧を示したものである。室温近傍にて熱起電力を有することは示されたが、バルクのそれと比べても小さく、これは SiNWs 架橋先端部の非オーミック接触による電圧降下の影響を示唆している。今後、SiNWs への適切なドーパント濃度および分布の制御

を行うことで高エネルギー変換効率の実現を目指す。

4. その他・特記事項 (Others) なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) A. Uesugi, et al., MNC2019, 31P-9-48.

6. 関連特許 (Patent) なし