

課題番号 : F-19-KT-0024
利用形態 : 機器利用、技術代行
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、リソグラフィ・露光・描画装置、シリコンナノワイヤー、VLS 法

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シリ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。

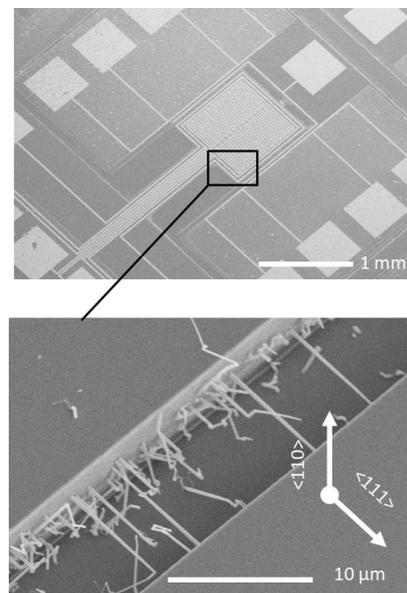


Figure1. MEMS-based device for thermoelectric evaluation of bridging SiNWs grown by using VLS method.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

SiNWs と評価デバイスとをモノシリック化して作製したデバイスを図 1 に示す。図 1 下は VLS プロセス直後の観察像であり、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た。SiNWs 両端部での $I-V$ 性評価により架橋成長先端部も電氣的接続を有することが実験的に確かめられた。今後、SiNWs の熱電変換エネルギー変換効率に及ぼす表面電気伝導性の影響の評価を進める予定である。

4. その他・特記事項(Others) なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) A. Uesugi, R. Kitagawa, R. Oguni, K. Sugano and Y. Isono, "Evaluation of Thermoelectric Properties of VLS-Grown Bridged Si Nanowire", MNC2019, 31P-9-48.

6. 関連特許(Patent) なし