

課題番号 : F-20-KT-0068
 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 Engineering, Kobe University
 キーワード/Keyword : ナノワイヤ, Si, リソグラフィ・露光・描画装置, 電気計測

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、コアシェル構造化と表層不純物拡散手法を用いて SiNWs の熱電エネルギー変換効率の向上を目指す。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、微小温度センサを持つ 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 3 段階の UV 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

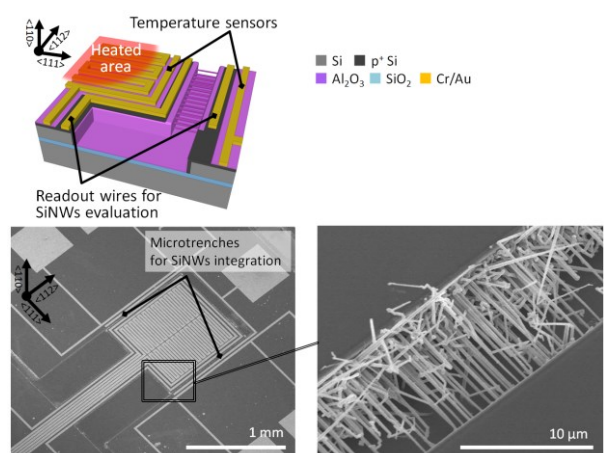


Figure1. MEMS-based device for thermoelectric evaluation of bridging SiNWs grown by using VLS method.

所望の領域から成長させ、評価デバイス上に直接架橋成長させる。SiNWs 表層への不純物拡散後、原子層堆積法(ALD)によりアルミナ膜で被覆してコアシェル化する。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

SiNWs と評価デバイスとをモノリシック化して作製したデバイスを図 1 に示す。図 1 右下は VLS 法による SiNWs 成長直後の観察像であり、マイクロレンチの片側の側壁から多数の SiNWs を架橋成長させることに成功した。異なる表層不純物拡散条件の SiNWs でのゼーベック係数の評価を実施した。今後、高熱電変換効率実現に向け、コアシェル構造化 SiNWs の熱電変換特性のより詳細な評価をすすめる予定である。

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。