

課題番号	: F-16-AT-0040
利用形態	: 技術代行
利用課題名(日本語)	: 中性粒子ビームエッチング技術を用いた熱電変換素子開発
Program Title (English)	: Development of Thermoelectric Conversion Device Using Neutral Beam Etching
利用者名(日本語)	: 野田周一, 菊池亜紀彦, 寒川誠二
Username (English)	: S. Noda, A. Kikuchi, S. Samukawa
所属名(日本語)	: 東北大学流体科学研究所
Affiliation (English)	: Institute of Fluid Science, Tohoku University

1. 概要(Summary)

熱電変換(TE)素子は廃熱の有効利用による温暖化対策やエネルギーハーベスティング用途のため近年活発に研究が行われている。すでに実用化されている材料としてビスマステルライド(Bi_2Te_3)や鉛テルライド(PbTe)があるが、材料に毒性があったり、希少元素を用いているため高価であったりという課題がある。我々は中性粒子ビームエッチング装置[1]を用いることによりエッチングダメージの少ない高密度のSiナノワイヤ構造をトップダウン加工で作製し、環境にやさしい、低コスト、高効率のTE素子の実現を目指して基礎検討を行っている[2]。

現在、Siナノワイヤ構造形成プロセス最適化、ナノワイヤ構造の熱伝導率、電気伝導率測定などの基礎検討を通しての実証実験を進めているが、今年度は実際に平面型のTE素子の試作を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

マスクレス露光装置、反応性イオンエッチング、イオン注入装置、高速昇降温炉、真空蒸着装置

【実験方法】

1. マスクレス露光機およびレジストプロセス関連設備(素子分離エッチングマスク、P/Nインプラマスク、電極蒸着マスク)
2. 反応性イオンエッチング装置(素子分離)
3. イオン注入装置(PおよびN領域イオン注入)
4. RTA(活性化アニール)
5. 真空蒸着装置(Al電極リフトオフ形成)
6. 各種洗浄装置(SPM、アセトン&IPA、等)

熱電変換素子の性能は材料半導体のゼーベック係数に直接依存するため材料自体の開発が必要となる一方、材料のナノ構造化による量子効果で材料の固有物性以上に熱伝導率を下げながら電気伝導率を増加させて高

性能化を図るというアプローチもある。Fig. 1は、我々が考えている熱電変換素子に用いるSiナノワイヤ構造の概略図を示す。ナノワイヤ形状(厚みや密度)、層間埋め込み層を各種変化させた場合の熱伝導率、電気伝導率を測定し相関を調べた。

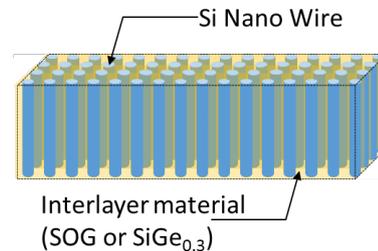


Fig. 1 Si nanowire structure for TE devices.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

製作したSiナノワイヤ構造で電気伝導率をそれほど下げずに熱伝導率を大きく抑制できることを確認した。Fig. 2は試作したTE素子を示す。Alコンタクトの接触抵抗が大きく、原因を追究中である。

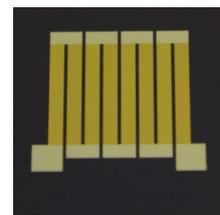


Fig. 2 Trial TE device.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] 寒川, 応用物理, **83** (2014) 894.
- [2] A. Kikuchi *et al.*, 16th IEEE Int'l Conf. on Nanotechnology, 19p-W834-9 (2016, Sendai, Japan).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。