

課題番号 : F-13-FA-0022  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : ナノ構造 Si 自立薄膜を用いた熱輸送現象の解明  
Program Title (English) : Thermal Conductivity in a Nano-structured Si Thin Film  
利用者名 (日本語) : 萩野 春俊<sup>1)</sup>, 廣田 将人<sup>1)</sup>, 宮崎 康次<sup>1)</sup>  
Username (English) : H. Hagino, M. Hirota and K. Miyazaki,  
所属名 (日本語) : 九州工業大学大学院工学府機械知能工学専攻  
Affiliation (English) : Kyushu Institute of Technology, Faculty of Engineering Department of Mechanical and Control Engineering.

## 1. 概要 (Summary)

これまでナノ多孔構造を利用して熱輸送を制御する方法を数値解析により提案、多孔体構造を用いた熱輸送の低減効果についての実験を進めてきた。本研究では、構造を用いた熱物性制御の利用として、熱流の流れを一方向に制限する熱整流効果を持つデバイスを作製することを目標とし、半導体の微細加工技術を利用して非対称な孔を有する Si 薄膜マイクロブリッジを作製、構造による熱整流効果を実現するデバイスを提案する。

## 2. 実験 (Experimental)

SOI ウェハのデバイス層 Si にフォトリソグラフィによるパターンニング、リアクティブイオンエッチャーによるドライエッチングを行うことで多孔構造を持つ薄膜を作製した。その後ウェットエッチングにより Si 薄膜裏面のハンドル層 Si をバックエッチングすることで自立膜とした。この時、プラズマ CVD を用いて両面に保護膜を成膜、両面マスクアライナーを用いたパターンニングにより Si 薄膜部の裏面のみをエッチングした。三角形の孔を等間隔に配列した自立膜であり、SEM を用いて観察したサンプルを Fig.1 に示す。薄膜の熱伝導率をレーザー周期加熱法により測定し、熱流方向に対する構造の向きにより非対称な孔を持つ多孔薄膜中の熱輸送を評価した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

薄膜化によりバルクの Si よりも熱伝導率は減少し、多孔構造を設けることでさらに熱伝導率が減少した。これは薄膜化により長い平均自由行程を持つフォノンが界面で散乱され、さらに構造を設けると構造界面で散乱することで準弾道的な輸送をしたためである。

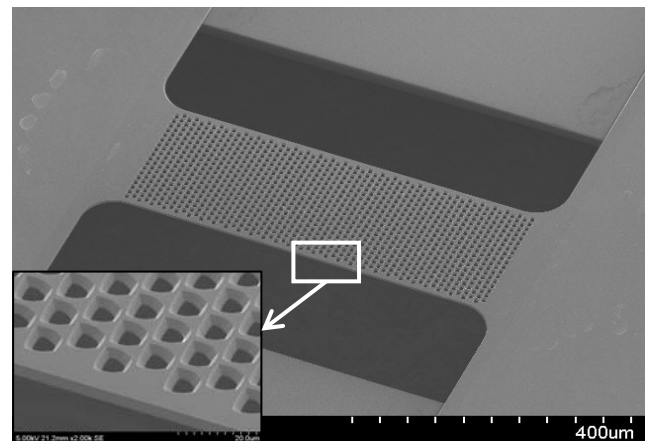


Fig.1 SEM images of free standing Si microbridges

熱伝導率は三角形の構造の向きと熱流の向きにより変わり、熱伝導率に異方性が見られた。三角形の底辺から頂点方向に熱流が流れている時に最も熱伝導率が低くなった。今後はより強い熱整流効果を示す構造を作製するための構造設計の指針を提案する。

## 4. その他・特記事項 (Others)

1) R. Kato, A. Maesono, R. P. Tye, I. Hatta. Int. J. Thermophysics, 20, (1999) pp.977-986.

## 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) 萩野 春俊, 川原 庸介, 岩田 尚, 宮崎 康次, 第 50 回日本伝熱シンポジウム, 平成 25 年 5 月 31 日.
- (2) H. Hagino, S. Tanaka and K. Miyazaki, The 10th Asia Thermophysical Properties Conference, 平成 25 年 10 月 2 日.
- (3) 廣田 将人, 宮崎 康次, 萩野春俊, 第 34 回日本熱物性シンポジウム, 平成 25 年 11 月 22 日.

## 6. 関連特許 (Patent)

なし。