

課題番号	: F-19-KT-0048
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: ナノインデンターによる Si フォノン結晶の機械的特性評価
Program Title(English)	: Evaluation of the mechanical properties in the silicon phononic crystals
利用者名(日本語)	: 中村邦彦、中田裕貴、藤金正樹
Username(English)	: <u>K. Nakamura</u> , Y. Nakata and M. Fujikane
所属名(日本語)	: パナソニック株式会社 テクノロジーイノベーション本部
Affiliation(English)	: Technology Innovation Division, Panasonic Corporation
キーワード/Keyword	: 膜加工・エッチング、機械計測、シリコン

1. 概要(Summary)

シリコン(Si)材質中を伝搬するフォノンの熱輸送特性を調べるために、京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の設備を利用して Si 両持ち梁の中空懸架構造を作製した。

フォノンの熱輸送特性は Si 梁に設けた周期的な空孔配列で改質することができるが、その工学的設計論を構築する準備として、梁の長さ方向のマクロな熱伝導率と、フォノンのマイクロな挙動を表す音速などの機械的特性との基礎的な関係を調査することが重要である。

本報告では、音速を支配的に決定するパラメータの1つである弾性率の評価方法と、評価に供した Si 両持ち梁の作製方法について報告する。

Si の残領域で 5 回ナノインデンテーションを行った箇所を示している。Fig.1 (b)はダイヤモンド圧子の荷重-変位曲線であり、その傾きから Si の弾性率を求めたところ 124 ± 5 GPa であった。この値は Si(100)の理論値 130 GPa と良く一致しており、その結果、フォノンの局所的な音速を弾性率を用いて評価できる見通しを得た。

今後も、熱伝導、電気伝導および機械特性の 3 面から体系的にフォノン伝導についての理解を深める。その第一として空孔の細径化と狭ピッチ化の効果を調査するが、空孔数の飛躍的な増大に対応できる高効率な空孔形成が課題となるため、大面積超高速電子ビーム描画装置の利用の検討を開始した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

シリコン酸化膜犠牲層ドライエッチングシステム(B12)、大面積超高速電子ビーム描画装置 (A15)

注)ナノインデンターは他機関(ナノテクノロジープラットフォーム)に属していない機関)の装置を使用した。

【実験方法】

Si/SiO₂/Si 基板の 3 層基板の最上層 Si に対してリソグラフィおよびドライエッチングを行い、両持ち梁形状を加工した。SiO₂ 層は最終的にシリコン酸化膜犠牲層ドライエッチングシステムにより部分的に除去され、上層の両持ち梁を中空懸架構造とする。梁には電子ビームリソグラフィおよびドライエッチングにより ϕ 400 nm の円形の空孔を 500 nm ピッチで周期的に形成した。Si の弾性率は Hysitron 社 TI 950 TriboIndenter により評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a) は Si 両持ち梁表面の SPM(走査型プローブ顕微鏡)像であり、周囲を ϕ 400nm の空孔に囲まれた

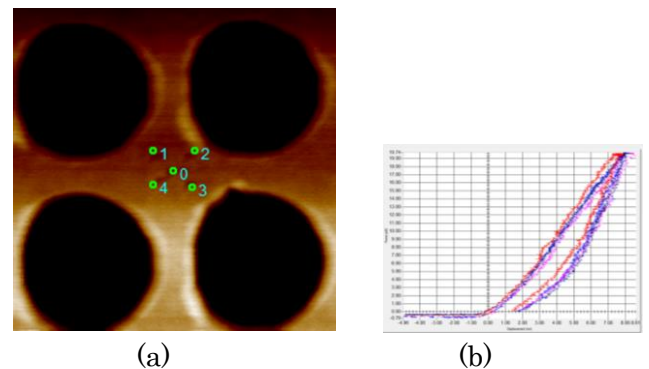


Fig. 1 Experimental results of the nano-indentation tests on the Si-beam. (a)SPM image of the surface of the Si bridge and the aligned voids, (b)Force curve.

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし