

課題番号 : F-20-KT-0013  
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) : K. Nakamura, Y. Nakata and M. Fujikane  
所属名(日本語) : パナソニック株式会社 テクノロジー本部  
Affiliation(English) : 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)内のフォノンの熱輸送特性は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、ミクロなフォノンの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。前回報告(令和元年 課題番号 F-19-KT-0048)では、 $\phi 400\text{nm}$ の円形の空孔を $500\text{nm}$ のピッチで周期的に配置したSi両持ち梁を作製し、音速を決定するパラメータの1つである弾性率を社外のナノインデンタ(Hysitron 社 TI 950)を用いて多点評価した結果、音速を弾性率を用いて局所的かつ間接的に評価できる見通しを得た。

本報告ではフォノンの熱輸送特性への理解をより深めるために、第一に、前記音速評価を補足する新たな機械的特性としてSiの相転移圧力に注目し、その評価方法を検討した。第二に、より細径化と狭ピッチ化された空孔作製に有望な大面積超高速電子ビーム描画装置の利用を検討したので、結果を報告する。

## 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、  
大面積超高速電子ビーム描画装置

### 【実験方法】

Si/SiO<sub>2</sub>/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。SiO<sub>2</sub>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た。

第一に、最上層Siの相転移圧力値の取得を、前記ナノインデンターを用いて試みた。第二に、 $\phi 50\text{nm} \sim \phi 200\text{nm}$ の空孔配列の描画を、大面積超高速電子ビーム

描画装置を用いて試みた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)はナノインデンテーションにおける、荷重(横軸)ー押し込み量(左縦軸)曲線である。当該荷重範囲で相転移を示す傾向は不明瞭だが、同時にモニタされたダイヤモンド圧子とSi間に発生する相転移に伴う電流(右縦軸)から、相転移圧力を評価できることがわかった。

また大面積超高速電子ビーム描画装置を用いて効率的に空孔配列を形成できる見通しを得た。Fig. 1(b)はレジスト上 $\phi 100\text{nm}$ 空孔パターンの電子顕微鏡像である。

今後も得られた評価方法と試料を活用して、フォノンの熱輸送特性の解明に向けた知見を取得する。

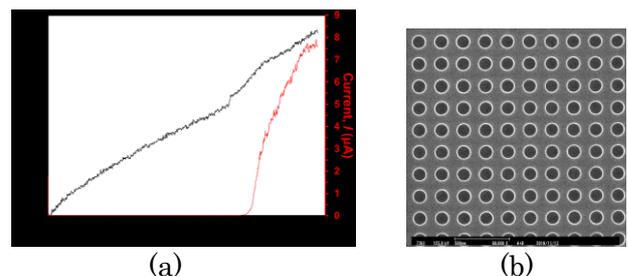


Fig. 1 Experimental results. (a) Force curve, (b) Arrayed  $\phi 100\text{nm}$  holes (Resist: ZEP520A).

## 4. その他・特記事項(Others)

本利用課題に協力をいただいた京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の井上良幸氏に感謝いたします。

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

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし