## Si 二次元フォノニック結晶ナノ構造における熱伝導率の結晶構造依存性 Crystal structure dependence of thermal conductivity in Si 2D PnC nanostructures 東大生研<sup>1</sup>, LIMMS<sup>2</sup>, ナノ量子機構<sup>3</sup>, 〇中川純貴<sup>1</sup>, 鹿毛雄太<sup>1</sup>, Jeremie Maire<sup>2</sup>, 野村政宏<sup>1,3</sup> IIS<sup>1</sup>, LIMMS<sup>2</sup>, Nanoquine<sup>3</sup>, Univ. of Tokyo, <sup>o</sup>J. Nakagawa<sup>1</sup>, Y. Kage<sup>1</sup>, J. Maire<sup>2</sup>, and M. Nomura<sup>1,3</sup>

## E-mail: <a href="mailto:nakajun@iis.u-tokyo.ac.jp">nakajun@iis.u-tokyo.ac.jp</a>

[はじめに] 近年,省エネルギー社会が目指される中,熱電変換技術に対する社会的ニーズが高まっており,課題である変換効率改善のため,ナノ構造を用いた熱伝導制御の研究が活発化している。本研究では,周期的ナノ構造である二次元フォノニック結晶(PnC)ナノ構造におけるナノ構造の配列が熱伝導率に与える影響を調べるため,単結晶 Si を用いて様々な結晶構造を有する PnC 構造を作製し,熱伝導率を測定し比較したところ明確な違いを観測したので報告する。

[試料作製・実験] 図1(a)にSEMにより得られたPnC構造の全体像とPnCパターン部分の拡大図を示す。 厚さ145nmの薄膜単結晶Siの中央にAlパッドを蒸着し,円孔を周期300nmで正方格子状と六方格子状 に施したPnC構造を作製した。それぞれの格子構造で空隙率を10%から65%の間で変化させ,数種類の PnC構造を作製し,マイクロ時間領域サーモリフレクタンス法によって熱伝導率の結晶構造依存性を調 べた[1]。正方格子状のPnC構造を通じた熱散逸による温度時間変化を図1(b)に示す。

図 1(c)に二種類の格子構造の PnC 構造における熱伝導率の空隙率依存性を示す。円孔側壁での表面フ オノン散乱効果により,円孔のネック幅より長い平均自由行程(MFP)をもつフォノンが制御されると考え られ,空隙率増加に伴い熱伝導率は減少傾向を示すことがわかった。また,六方格子状の PnC 構造は正 方格子状の PnC 構造より低い熱伝導率を示す。この要因として,六方格子状の PnC 構造では偶数列の円 孔位置のずれによる影響でフォノン散乱頻度が増加し,弾道的フォノンをより効果的に散乱するため, 熱輸送に寄与するフォノンの実効的な MFP 帯が正方格子状の PnC 構造よりも短くなることが考えられる。 以上の結果より,PnC 構造の結晶構造変化が熱フォノン輸送に大きな影響を与えることがわかった。



Fig. 1 (a) 単結晶 Si 二次元 PnC の全体像と PnC パターンの拡大図 (b) 単結晶 Si 二次元 PnC を通じた 熱散逸による Al パッドの温度変化。(c) 単結晶 Si 二次元 PnC における熱伝導率の空隙率依存性。

謝辞:本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業、科学研究費補助金(25709090)の支援により遂行された。 参考文献: [1] Jeremie Maire, Masahiro Nomura,2014 Jpn. J. Appl. Phys. 53 06JE09 (2014)