

## 多層膜構造における表面フォノンポラリトンの 熱伝導コンダクタンスの向上

### High surface phonon-polariton thermal conductance along coupled films

立川 冨子<sup>1</sup>, ホセ オルドネス-ミランダ<sup>2</sup>, ユンフイ ウー<sup>1</sup>, ロラン ジャラペール<sup>1,3</sup>,  
ロマン アヌフリエフ<sup>1</sup>, セバスチャン ヴォルツ<sup>1,3</sup>, 野村 政宏<sup>1</sup>

IIS, Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, Institut Pprime, CNRS<sup>2</sup>, LIMMS/CNRS-IIS, Univ. of Tokyo<sup>3</sup>,

S. Tachikawa<sup>1</sup>, J. Ordonez-Miranda<sup>2</sup>, Y. Wu<sup>1</sup>, L. Jalabert<sup>1,3</sup>, R. Anufriev<sup>1</sup>, S. Volz<sup>1,3</sup>, M. Nomura<sup>1</sup>,

E-mail: saekotac@iis.u-tokyo.ac.jp

表面フォノンポラリトン(SPhP)とは、誘電体や化合物半導体などの界面に局在する、フォノンと電磁波の連成波であり、界面方向の熱伝導に寄与する。特にナノスケール厚さの薄膜においては、界面方向の伝播長が数百  $\mu\text{m}$  を超え<sup>[1]</sup>、フォノンや電子のそれを上回るため、新たな熱キャリアとして注目されている。薄膜における SPhP 熱伝導は固体熱伝導をしのぐが、緻細な構造であるため、機械的にも強く SPhP 熱伝導も損なわない構造を見出すことは、学術・応用の両面で意義がある。そこで本研究では、Si を SiO<sub>2</sub> で挟んだ3層構造(Fig.1(b))を用い、2枚の SiO<sub>2</sub> 層で形成された SPhP が、吸収をもたない Si 層でカップリングすることで、より長い伝播長を持つことを計算により発見した。これにより、SiO<sub>2</sub> 厚さが  $> 150 \text{ nm}$  のとき、3層構造における SPhP による熱伝導コンダクタンスは、SiO<sub>2</sub> 単一薄膜のそれより大きく、 $> 600 \text{ nm}$  においては10倍以上大きくなることがわかった(Fig.2)。本研究により、機械的に安定で、薄膜と同等あるいはそれ以上の SPhP 熱伝導コンダクタンスを維持できる構造の設計指針を得た。

[1] Chen D.Z.A., Narayanaswamy A., Chen G., Physical Review B (2005), 72, 155435.

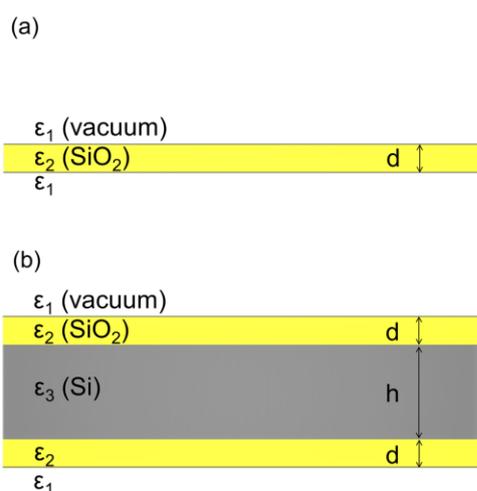


Figure 1. Schematic of (a) a single SiO<sub>2</sub> film and (b) a three-layer structure of SiO<sub>2</sub>/Si/SiO<sub>2</sub>

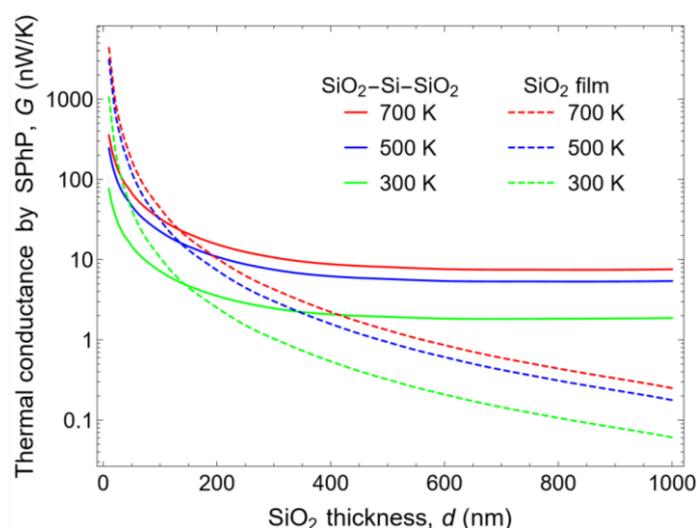


Figure 2. A comparison of the thermal conductance by SPhP of the SiO<sub>2</sub>/Si (10  $\mu\text{m}$ )/SiO<sub>2</sub> structure and of the single SiO<sub>2</sub> film depending on SiO<sub>2</sub> film thickness.