

課題番号 : F-17-FA-0010
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 酸化シリコンの面方向熱伝導率測定
 Program Title(English) : Measurement of In-plane thermal conductivity of silicon dioxide.
 利用者名(日本語) : 濱村聡希, トランシャンローラン
 Username(English) : S. Hamamura, L. Tranchant
 所属名(日本語) : 九州工業大学大学院工学府機械知能工学科 熱デバイス研究室
 Affiliation(English) : Thermal Device Laboratory, Kyushu Institute of Technology
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、リソグラフィ装置群、熱物性、輻射、ナノ・マイクロ伝熱

1. 概要(Summary)

表面フォノンポラリトン(SPhPs : Surface phonon – polaritons)は光学フォノンと光子がカップリングした電磁波で、SiO₂ や SiC などの誘電率の実部が負になる物質の表面近傍に存在する。解析によると SPhPs は自立薄膜において影響を強め、膜厚が薄くなるほど面方向の熱輸送を促進すると報告されている[1]。具体的には自立薄膜の厚みが 200 nm を下回ると熱伝導率が上昇する。本研究では、SPhPs による熱伝導率の促進を検証するため、SiO₂ 自立薄膜を作製し、その熱伝導率を測定した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

レーザー描画装置、スパッタリング装置、両面マスクアライナ、膜厚測定器、PECVD、リアクティブイオンエッチャー、酸化炉

【実験方法】

フォトリソグラフィ技術を用いて金属細線の載った SiO₂ 自立薄膜を作製した。中央に線熱源のある自立薄膜の 2 次元の熱伝導方程式を解き、実験結果と解析解を比較することで熱伝導率及び熱拡散率を計算した[2]。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

金属細線を載せた SiO₂ 自立薄膜を作製することができた。作製した自立薄膜の写真が Fig. 1 である。熱伝導率と熱拡散率の測定結果が Fig. 2 である。280 nm 付近ではバルクの熱伝導率と近い値をとり、50 nm を下回るとバルクよりも大きな熱伝導率となった。傾向としては自立薄膜の膜厚が薄くなるほど熱伝導率と熱拡散率が上昇している。これは SPhPs により面方向の熱輸送が促進されている可能性がある。今後は他の膜厚の熱伝導率及び熱拡散率を測定することで、SPhPs による熱輸送の促進を検証していく。

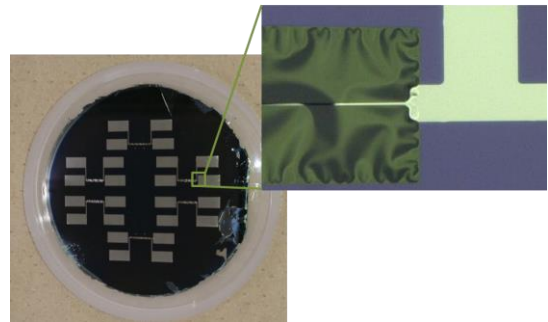


Fig. 1 Fabricated SiO₂ suspended thin films with Al Wires on a SiO₂ wafer.

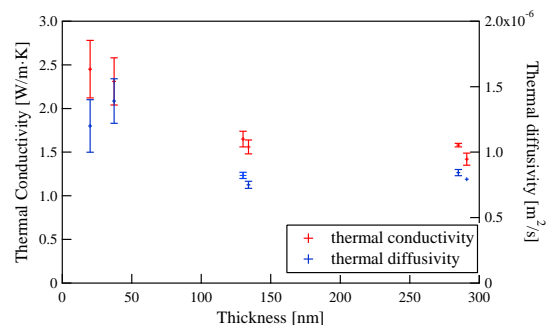


Fig. 2 Thermal conductivity and Thermal diffusivity with different thicknesses.

4. その他・特記事項(Others)

[1] José Ordonez-Miranda et al., Physical Review B, 90, 155416 (2014).

[2] K E. Goodson., Journal of Heat Transfer., Vol.130(2008).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) S. Hamamura, 38th Japan Symposium on Thermophysical Properties, November 7-9, 2017 (Tsukuba, Japan).

(2) S. Hamamura, Symposium on Applied Engineering and Sciences (SAES 2017), November 14-15, 2017 (Selangor, Malaysia).

6. 関連特許(Patent)

なし