

フラッシュランプアニールにより形成した 多結晶シリコン膜の熱伝導率測定

Thermal conductivity measurement of poly-Si films formed by flash lamp annealing

○^(D)西野 俊佑, 野澤 尚樹, 山口 世力, 宮田 全展, 大平 圭介, 小矢野 幹夫(北陸先端大)

○^(D)S. Nishino, T. Nozawa, S. Yamaguchi, M. Miyata, K. Ohdaira, and M. Koyano (JAIST)

E-mail: s_nishino@jaist.ac.jp

近年、地殻埋蔵量が豊富で毒性の低い元素であるシリコンをベースにした熱電材料に高い注目が集まっている。シリコンは高い熱伝導率を有するが、ナノ構造を導入し熱伝導率を低減することで、熱電変換性能を向上する試みが進められている [1]。

我々は、フラッシュランプアニール (flash lamp annealing: FLA) を用いて形成される多結晶シリコン膜 (polycrystalline Si: poly-Si) に着目した。FLA は、キセノンランプからの瞬間放電を利用して、 μm 台の膜厚を持つ非晶質シリコン膜 (amorphous Si: a-Si) を加熱し結晶化する技術であり、薄膜結晶シリコン太陽電池の作製プロセスとして研究が進められている。FLA により形成される poly-Si 膜は、10 nm 程度の微小結晶粒のみからなる領域と、数百 nm サイズの比較的大きな結晶粒を含む領域が交互に出現する特徴的な構造を有しており、低い熱伝導率を示すと予想される [2]。

20 mm 角、厚さ 0.7 mm のガラス基板に膜厚 200 nm の Cr 密着層を形成した後、Cat-CVD 法を用いて膜厚 4 μm の a-Si 膜を堆積した。これに、Figure 1 に示す FLA を施すことで a-Si 膜が結晶化され、周期的ナノ構造が自己組織的に形成される。得られた poly-Si 膜の上に、Cat-CVD 法で膜厚 200 nm の絶縁膜(SiN_x)を形成し、最後に真空蒸着法でアルミニウムの細線を設置した。

測定試料および poly-Si 膜を含まない参照試料に 3ω 法を適用した。測定から得られた細線の温度上昇 ΔT の周波数依存性を Fig. 2 に示す。poly-Si 膜を含む測定試料のほうが、参照試料よりも大きな ΔT が得られており、その差分から poly-Si 膜の熱伝導率を次式で見積もった。

$$\kappa = \frac{P}{2bl} \frac{d_F}{\Delta T_{\text{sam}} - \Delta T_{\text{ref}}}$$

ここで、 $P/2bl$ は細線の単位面積あたりの発熱量、 d_F は poly-Si 膜厚である。見積もった FLA-poly-Si 膜の熱伝導率は、一般的な poly-Si 膜 ($\kappa \sim 25 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$) や単結晶 Si ($\kappa \sim 150 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$) に比べて極めて低くなるという結果が得られた。

[1] Y. Nakamura *et al.*, *Nano Energy* **12**, 845-851 (2015).

[2] K. Ohdaira, *J. Vac. Soc. Jpn.* **55**, 535-540 (2012).

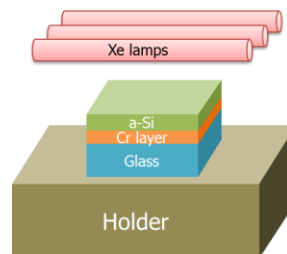


Fig. 1. Schematic picture of FLA.

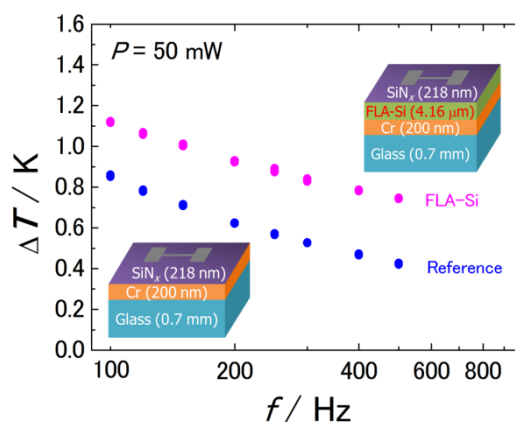


Fig. 2. Sample structures and measured f -dependence of ΔT .