

3 ω 法を用いた Bi-Te 系熱電厚膜の熱伝導率測定

Thermal conductivity measurement of Bi-Te film by 3 ω method

北陸先端大, ○西野俊佑, 末國晃一郎, 小矢野幹夫, 大平圭介

JAIST, ○Shunsuke Nishino, Koichiro Suekuni, Mikio Koyano, and Keisuke Ohdaira

Email: s1130045@jaist.ac.jp

熱電変換材料の低次元化による ZT 向上の可能性が理論的に示されて以降, ナノスケールの熱電材料に関する研究が盛んに行われている. 我々のグループでは, Bi-Te 系材料のナノ微粒子を用いてインクを作製し, インクジェット法でガラス基板上に印刷することに成功した. 本研究では, このインクを用いて作製した Bi-Te 厚膜の熱伝導率を 3 ω 法で測定する手法の開発を行う.

一般に, 3 ω 法では基板上に作製した被測定試料の上に絶縁膜を堆積させ, さらにその上にヒーターと温度センサの両方の役割を担う金属細線を設置する(Fig. 1(a)). しかし, 本研究で作製した厚膜試料は表面粗さが約 1 μm と大きく, 試料の上に絶縁膜や細線を設置することが困難である. そこで本研究では Fig. 1(b)に示す構成を考えた. 基板上に細線を設置し, 上から絶縁膜を堆積させ, さらに試料を作製する. これにより表面の粗い試料でも測定が可能になると考えられる.

Fig. 1(b)の配置において, 試料測定に必要な上方向への熱の緩和を確認するため, 絶縁膜の有無による熱伝導率の違いを 3 ω 法で測定した. ガラス基板 Corning 1737 上に, アルミニウム細線 (長さ 8.00 mm, 幅 150 μm , 厚さ 130 nm) を真空蒸着した. その上に, Cat-CVD 法[1]を用いて厚さ 1000 nm の窒化シリコン膜を堆積させた.

測定した細線の温度上昇 ΔT の周波数依存性を Fig. 2 に示す. ■は絶縁膜堆積前, ○は絶縁膜堆積後のデータである. いずれも ΔT は $\log f$ に対して直線的に減少し, 3 ω 法の関係式を満たすことが確認できた. 直線の傾きから算出したガラス基板の熱伝導率は, 絶縁膜堆積前が $0.96 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, 堆積後が $0.94 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ となり, 堆積後のほうが若干減少した. この結果は堆積後の ΔT が $0.013 \pm 0.004 \text{ K}$ 高いことと対応しており, 細線から絶縁膜を通じ試料へと向かう方向の熱流が少なく, 熱流のほとんどが基板に流れていることを示している. 試料の測定のためには, 上方向の熱流を増加させれば良いことがわかる. 講演では, これらの基礎データに加えて, Bi-Te 系熱電厚膜の測定結果について報告する.

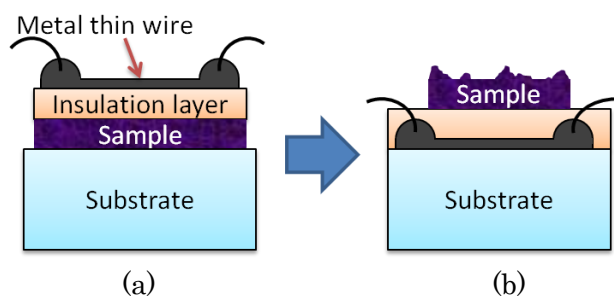


Fig. 1 Settings of thermal conductivity measurement by 3 ω method. (a) General setting, (b) present setting.

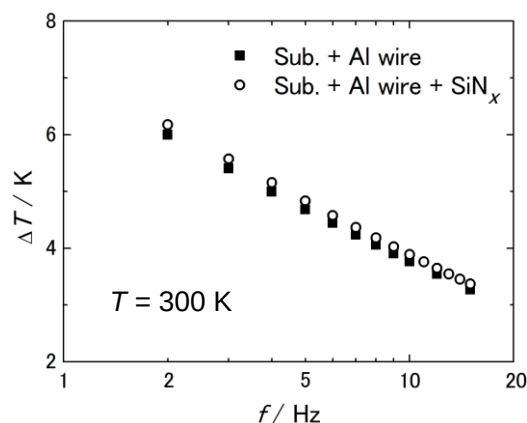


Fig. 2 3 ω -frequency dependence of ΔT

[1] S. Okada and H. Matsumura, Jpn. J. Appl. Phys., **36**, 7035 (1997).