

KFM による SOI 層のゼーベック係数測定

Seebeck coefficient measurement of SOI layer by KFM

静岡電研¹ 学振特別研究員 DC² 三輪一聡¹, 鈴木悠平¹, ファイズ サレ^{1,2}, ○池田 浩也¹Shizuoka Univ.¹, JSPS Research Fellow² K. Miwa¹, Y. Suzuki¹, F. Salleh^{1,2}, ○H. Ikeda¹

E-mail: ikeda@rie.shizuoka.ac.jp

【背景】 熱電変換効率を向上させる手段のひとつとして、ナノ構造化による電子の閉じ込め効果を利用する方法が期待されている [1,2]. しかしながら、ナノ構造化の有効性を実験的に示すためには、ナノメートルサイズに加工した試料の熱電変換特性を評価することが必要となる. 我々は、ナノメートルサイズの熱電材料のゼーベック係数を測定する手法として、走査型表面電位顕微鏡 (KFM) を用いる測定法を提案してきた [3,4]. 今回、SOI 試料についてゼーベック係数の測定を行ったので、その結果を報告する.

【測定原理】 KFM は、試料とカンチレバーとの仕事関数差、すなわちフェルミエネルギー差に相当する表面電位を局所的に測定することが可能な装置である. 半導体試料に温度差を与えた場合、ゼーベック効果により高温側と低温側のフェルミエネルギーに差が生じるので、KFM を用いてそれぞれの位置における表面電位を測定することにより、熱起電力を観測することができる. 得られた熱起電力と与えた温度差から、ゼーベック係数の評価が可能となる.

【実験方法】 図 1 に、本研究に用いた実験装置の概略図を示す. 2 枚の金メッキした銅板に SOI 基板 (SOI 層厚: 77nm, P 濃度: $1.6 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$) を橋渡しして取り付け、一方の銅板をヒーター加熱することにより試料に温度差を与えた. また、SOI 層のフェルミエネルギーを測定するために、表面に設けた Al 電極を通して、SOI 層を銅板と同電位にした. 測定は、温度上昇時の温度差と表面電位の時間変化を観測することにより行った.

【実験結果】 図 2 は、測定された表面電位シフトの温度差 (ΔT) 依存性を、高温側 (ϕ_H) および低温側 (ϕ_L) についてプロットしたものである. この結果から、温度差にほぼ比例して表面電位がシフトすることがわかる.

ゼーベック係数は

$$S = \frac{\phi_H - \phi_L}{\Delta T} = \frac{\partial \phi_H}{\partial \Delta T} - \frac{\partial \phi_L}{\partial \Delta T}$$

と表される. 上式にしたがって、それぞれの直線の傾きの差からこの SOI 試料のゼーベック係数を計算したところ、 $S = -0.76 \text{mV/K}$ であった. こ

の値は、一般的なバルク試料に対する測定方法で得られる $S = -0.8 \sim -1.0 \text{mV/K}$ に近い値であり、本手法の有用性を示している.

1. L. D. Hicks and M. S. Dresselhaus, Phys. Rev. **B47** (1993) 16631.
2. A. A. Balandin and O. L. Lazarenkova, Appl. Phys. Lett. **82** (2003) 415.
3. H. Ikeda, F. Salleh and K. Asai, J. Autom. Mobile. Rob. Intell. Syst. **3** (2009) 49.
4. K. Miwa, F. Salleh and H. Ikeda, J. Adv. Res. Phys. **3** (2012) 021205.

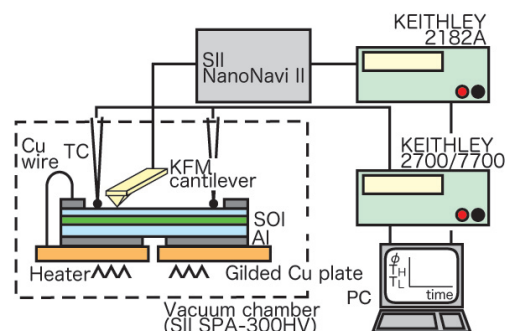


Fig.1 Schematic diagram of KFM system for Seebeck coefficient measurement.

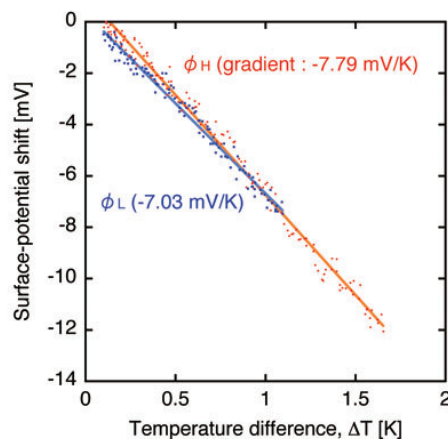


Fig.2 Surface potential shift at the high-temperature (ϕ_H) and low-temperature (ϕ_L) regions, as a function of temperature difference (ΔT).