

KFM によるゼーベック係数評価のための Si ワイヤの表面電位測定

KFM measurement of Si wire to evaluate Seebeck coefficient

○鈴木 悠平^{1,2}, 岡 晃人¹, 川合 健斗¹, 熊田 剛大³, 島 圭佑³

立岡 浩一², ファイズ サレ⁴, 渡邊 孝信³, 池田 浩也^{1,2}

(1. 静大電研, 2. 静大創造院, 3. マラヤ大, 4. 早大)

○Yuhei Suzuki¹, Akito Oka¹, Taketo Kawai¹, Takehiro Kumada³, Keisuke Shima³

Hirokazu Tatsuoka¹, Faiz Salleh², Takanobu Watanabe³, Hiroya Ikeda¹

(1.Shizuoka Univ., 2. Univ. of Malaya, 3.Waseda Univ.)

E-mail: suzuki.yuhhei.15@shizuoka.ac.jp

【研究背景】Si ナノワイヤ構造によってゼーベック係数の向上が理論的に予測されているが、実験的なゼーベック係数増加の報告はない。これは、ナノスケール材料のゼーベック係数を評価することが難しいためである。我々は表面電位顕微鏡 (KFM) を用いた非接触・非破壊のゼーベック係数測定手法を提案している [1]。ゼーベック係数 S は物質に与えられた温度差 ΔT に対するフェルミエネルギー差 ΔE_F で与えられる ($S \equiv -\Delta E_F/q\Delta T$)。我々はこれまでに、バルク Si について、温度差を与えたときの表面電位差の測定と、表面電位の変化から温度を見積る手法を実証してきた [1,2]。本研究では、実際にゼーベック係数を測定するために、Si ワイヤと温度測定用パッドを備えた試料を Si-on-insulator (SOI) 基板に作製し、表面電位差と温度差の同時測定を試みた。

【実験方法】Fig.1 は KFM の測定系の概略図である。試料を 2 枚の金メッキ銅基板に橋渡し状に固定した。試料上に堆積させた Al 電極と銅基板を Al ワイヤーボンディングにより接触させた。試料に温度差を与えるために片側の銅基板にセラミックヒーターを設置した。表面電位像測定は、真空中にて行った。

本研究で作製した試料の AFM 像を Fig.2 に示す。Si ワイヤと温度測定用パッドを SOI 層にパターンニングしてある。SOI 層の P 濃度は $N_D \approx 10^{19} \text{cm}^{-3}$ であり、ワイヤ厚さ及び幅、長さはそれぞれ 50nm, 5 μm , 15 μm である。

【実験結果】Fig.3 は、温度差を与えていないときの Si ワイヤの表面電位像である。埋め込み酸化膜の表面電位は SOI 層との境界で高くなっている。また、Si ワイヤの端付近は中心部分に比べて高い表面電位を示している。これらの

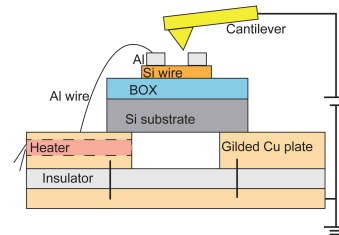


Fig. 1: Schematic diagram of KFM setup.

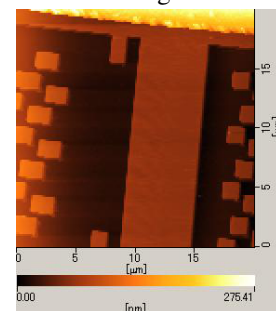


Fig. 2: AFM image of Si wire.

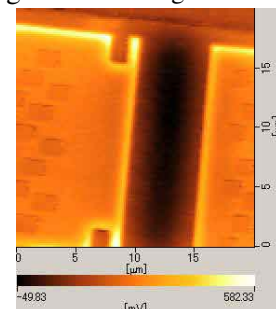


Fig. 3: KFM image of Si wire.

現象は、埋め込み酸化膜や Si 基板に存在する捕獲電荷が影響している可能性が考えられる。この原因について、電位分布シミュレーションや温度差を与えた場合の表面電位の変化を調べて、検討を進めている。

本研究は、JST-CREST(JPMJCR15Q7)の助成により遂行された。

[1] 池田 他, 信学技報, ED2013-137 (2014)

[2] 岡 他, 第 78 回秋季応物講演会, 7p-A411-3 (2017)