表面電位顕微鏡による Si ワイヤのゼーベック係数評価 Evaluation of Seebeck coefficient of Si wire by KFM

1.	静大,2. 早大	$^{\bigcirc}$ 鈴木 悠平 ¹ , 岡 晃人 ¹ , 川合 健斗 ¹ , 姫田 悠矢 ² , 武澤 宏樹 ²
3.	産総研	富田 基裕 ² ,立岡 浩一 ¹ ,松川 貴 ³ ,松木 武雄 ^{2,3} ,渡邉 孝信 ²
4.	マラヤ大	猪川 洋 1 ,下村 勝 1 ,村上 健司 1 ,ファイズ サレ 4 ,池田 浩也 1
1.	Shizuoka Univ.	^O Y. Suzuki ¹ , A. Oka ¹ , T. Kawai ¹ , Y. Himeda ² , H. Takezawa ² , M. Tomita ²
2.	Waseda Univ.	H. Tatsuoka ¹ , T. Matsukawa ³ , T. Matsuki ^{2,3} , T. Watanabe ² , H. Inokawa ¹
3.	AIST, 4. Univ. of	Malaya M. Shimomura ¹ , K. Murakami ¹ , F. Salleh ⁴ H. Ikeda ¹
		E-mail: suzuki.yuhei@shizuoka.ac.jp

【研究背景】我々は、表面電位顕微鏡(KFM: Kelvin-probe force microscopy)を用いて、ナノ ワイヤ構造試料のためのゼーベック係数測定手 法の構築を試みている.すなわち、試料に与え た温度差と、それにより生じるフェルミエネル ギー差から、ゼーベック係数を決定する.これ までに、バルクSiを用いて、熱起電力の測定と、 温度を見積もる手法について実証してきた.本 研究では、KFMによりゼーベック係数を実測 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、 KFM による表面電位測定を行った.

【実験方法】 試料を2枚の金メッキ銅基板に橋 渡し状に固定した. 試料とカンチレバーを試料 ホルダを介して電気的に接触させた. 試料に温 度差を与えるために片側の銅基板にヒーターを 設置した. 室温において20×20 µm²の範囲を KFM で走査し, Si ワイヤの表面電位分布を観 測した. ヒーターを加熱して試料温度が安定す るまで保持した後の表面電位分布を観測した. 表面電位測定は真空中にて行った.

Fig.1 は作製した試料の KFM 測定と同時に観 測した AFM 像である. Si ワイヤは図中の縦方 向にパターニングされており, ワイヤから 1 μ m 離れて温度測定用パッドが配置されている. SOI 層は n 型で,不純物濃度は N_D =~ 10¹⁹ cm⁻³ で あり,作製した Si ワイヤの厚さ及び幅,長さ はそれぞれ 50 nm, 5 μ m, 10 μ m である.

【実験結果】温度勾配印加に伴う Si ワイヤの表 面電位変化分布を, Fig.2 に示す. 図の上部が 加熱側であり, 白枠が Si ワイヤに対応する. Si ワイヤの長さ方向において, 加熱側の電位変化 量が低く放熱側が高い傾向が得られた. Si ワイ ヤの長さ方向における電位変化分布のラインプ



Fig. 2: Variation of surface potential of Si wire under temperature gradient.

ロファイルから,温度勾配に起因する Si ワイ ヤの両端にかかる電位差が 15 mV と見積もら れた.この電位差は試料のフェルミエネルギー 差に相当する.一方,温度測定用パッド内の電 位の平均値から,予めバルク Si で校正した温 度係数を用いて,パッド間の温度差は6Kと見 積もられた.これらの値から試料のゼーベック 係数は-2.5 mV/K と求められた.この値は,同 じキャリア濃度のバルク Si のゼーベック係数 のおよそ 10 倍であった.この結果の原因につい ては,電位分布シミュレーションによる解析も 含めて,現在検討中である.

本研究は, JST-CREST(JPMJCR15Q7)の助成に より遂行された.