## COMSOL を用いた表面電位顕微鏡による電位測定のモデリング Modeling of potential measurement with KFM by using COMSOL

静大, 2. 早大 ○鈴木 悠平<sup>1</sup>, 川合 健斗<sup>1</sup>, 岡 晃人<sup>1</sup>, 熊田 剛大<sup>2</sup>, 島 圭佑<sup>2</sup>
産総研 富田 基裕<sup>2</sup>, 立岡 浩一<sup>1</sup>, 松川 貴<sup>3</sup>,松木 武雄<sup>2,3</sup>, 渡邊 孝信<sup>2</sup>
マラヤ大 猪川 洋<sup>1</sup>, 下村 勝<sup>1</sup>, 村上 健司<sup>1</sup>, ファイズ サレ<sup>4</sup>, 池田 浩也<sup>1</sup>
Shizuoka Univ. ○Y. Suzuki<sup>1</sup>, T. Kawai<sup>1</sup>, A. Oka<sup>1</sup>, T. Kumada<sup>2</sup>, K. Shima<sup>2</sup>, M. Tomita<sup>2</sup>
Waseda Univ. H. Tatsuoka<sup>1</sup>, T. Matsukawa<sup>3</sup>, T. Matsuki<sup>2,3</sup>, T. Watanabe<sup>2</sup>, H. Inokawa<sup>1</sup>
AIST, 4. Univ. of Malaya M. Shimomura<sup>1</sup>, K. Murakami<sup>1</sup>, F. Salleh<sup>4</sup>H. Ikeda<sup>1</sup>

E-mail: suzuki.yuhei@shizuoka.ac.jp

【研究背景】ナノ構造の導入による熱電変換効率の向上が期待されているが、その微細な試料サイズ故にゼーベック係数を測定することは困難である.我々は、表面電位顕微鏡(KFM: Kelvin-probe force microscopy)を用いたナノワイヤ試料のゼーベック係数を測定する手法を試みている.この手法では、ナノワイヤ試料に温度勾配を与えた定常状態において、表面電位分布を測定し、ゼーベック係数を見積もる.しかし、試料に温度分布が存在する場合のKFM測定に関する報告は少ないため、測定結果の解析には理論的アプローチが必須と考えられる.

本研究では、COMSOL Multiphysics を用い て KFM の測定系モデルの構築を目的とする. 実測している Si ワイヤの断面構造を COMSOL 上で作成し、電位分布シミュレーションから、 KFM で観測される理想的な表面電位分布を明 らかにする.

【シミュレーション構造】Fig.1 は COMSOL で 作成したカンチレバーと Si-on-insulator(SOI) 試 料の構造である. SOI 試料の幅 5 µm に対し て, SOI 層を 2 µm にパターニングした. 実際 の KFM 測定では金メッキ Si のカンチレバーを 用いているため,金のブロックを試料表面から 10 nm 離して配置した. さらに,試料とカンチ レバーの全体を空気層で覆った. SOI 層上の AI 及び,カンチレバー, Si 基板のそれぞれの表面 を同電位にした.

【結果】Fig.2の実線は、SOI層上にカンチレバー を配置したときの電位分布シミュレーションに おいて、Fig.1 におけるカンチレバーの中心を 通る垂直方向の電位のプロファイルである.カ ンチレバーと試料がショートしている時(w/o bias)は、空気層に大きな電界がかかっているこ



Fig. 1: Schematic of sample and cantilever.







Fig. 3: Surface potential  $V_{\text{KFM}}$  of patterned SOI sample evaluated by COMSOL.

とが分かる.実際の測定と同様にこの電界をゼロにするようにカンチレバーに電圧をかけることで表面電位を評価する (Fig.2の破線). Fig.3に、カンチレバーの位置と得られた表面電位の関係を示す.SOI層上の電位は Au と SOI層の仕事関数差に相当しており、BOX層上ではAu と Si 基板の仕事関数差に相当することが分かる.

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