KFM を用いた局所温度測定 Local Temperature Measurement by Using KFM 静大電研 ○鈴木 悠平,岡晃人,池田浩也

RIE, Shizuoka Univ.

^OY. Suzuki, A. Oka, H. Ikeda

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

【研究背景】直径数 nm の Si ナノワイヤにおい て,電子の量子閉じ込め効果に起因したゼー ベック係数の理論的な向上が報告されている [1,2].しかし,数 nm のナノワイヤ径の制御や それを測定する技術が容易でないことからゼー ベック係数向上の実験的な報告はない.この 測定を実現するために,我々は,Kelvin-probe force microscopy (KFM)を用いたナノ構造熱電 材料に対する非接触・非破壊のゼーベック係数 測定技術の構築を試みている [3,4].本研究で は,バルク Si を用いて,ゼーベック係数の評 価で必要となる局所的な温度差を KFM で測定 される表面電位から算出する手法について検討 する.

【実験方法】図1は本手法で用いた測定系の模 式図である.キャリア濃度が~10¹⁶cm⁻³である n型Siウエハを1cm角に切り出し,金メッキ銅 基板のサンプルホルダー上に固定した.金メッ キ銅基板に取り付けられたヒーターでSiを加 熱し,KFMのカンチレバーにより表面電位を 測定した.リファレンスの温度測定は,Siに取 り付けた熱電対により行った.

【実験結果】KFM による温度は式(1)に示す n 型半導体のフェルミエネルギー *E_F* と温度 *T* の 関係式より算出した.

$$n = N_C(T) \exp\left[-\frac{E_C - E_F(T)}{k_B T}\right]$$
(1)

ただし, nはキャリア濃度, N_C は伝導帯におけ る有効状態密度, k_B はボルツマン定数である. 今回の温度測定範囲である 300-315K において, E_C の温度依存性は E_F の温度依存性に比べ非 常に小さいことから無視した. KFM と熱電対 による温度測定の結果を室温を基準とした温度 の変化量のグラフとして図2に示す.それぞれ の温度変化の関係性は正の相関を持ってはいる が,その傾きは非常に大きく,KFM で評価し た温度が実温度の 50 倍程度となっている.こ の原因については現在も解析中であるが,ひと つの可能性として,KFM 測定中のバックグラ ウンド電位の変化が考えられる.



Fig. 1: Illustration of measurement setup by KFM.



Fig. 2: Relationship between variation of temperature measured by KFM and by thermocouple (TC), based on the room temperature. Absolute temperature of Si was varied from 300 K to 315 K.

本研究は、CREST「計算フォノニクスを駆使 したオン・シリコン熱電デバイスの開発」の助 成により遂行された.

- [1] E. Ramayya *et al.*, Phys. Rev. B **86**, 115328 (2012).
- [2] N. Neophytou *et al.*, J. Electron. Mater. **41**, 1305 (2012).
- [3] H. Ikeda *et al.*, QiR Int. Conf. on, 35 (2013.)
- [4] K. Miwa *et al.*, J. Adv. Res. Phys., 3, 021205-1 (2012)