

## NiGe/Ge コンタクト構造の熱輸送特性

## Thermal transport property of NiGe/Ge contact structure

東京理科大学<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>, <sup>○</sup>中島 佑太<sup>1,2</sup>, 内田 紀行<sup>2</sup>, 町田 龍人<sup>1</sup>, 藤代 博記<sup>1</sup>, 服部 淳一<sup>2</sup>,  
福田 浩一<sup>2</sup>, 前田 辰郎<sup>1,2</sup>

Tokyo University of Science<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>

<sup>○</sup>Y. Nakajima<sup>1,2</sup>, N. Uchida<sup>2</sup>, R. Machida<sup>1</sup>, H. Fujishiro<sup>1</sup>, J. Hattori<sup>2</sup>, K. Fukuda<sup>2</sup>, T. Maeda<sup>1,2</sup>

E-mail: yuta-nakajima@aist.go.jp

【はじめに】微細化による Si トランジスタの性能向上が限界に近づく中、Si よりも高い移動度を持つ Ge チャネルの導入や Fin-FET などの新構造トランジスタの研究が進んでいる[1]。しかし、Si が Ge に代わることによる熱伝導の低減や、絶縁体に挟まれた GeOI 構造など基板への排熱が抑制されるようなデバイス構造は、トランジスタ動作時のドレイン端での発熱（自己加熱）が助長され、デバイス性能に大きな影響を与えることが懸念される。そのため、Ge のデバイス設計では、Si よりも詳細な自己加熱の放熱現象の検討が必要である。我々は、これまでに、Ge トランジスタの放熱パスとして、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ge ゲートスタック構造の熱輸送評価を行ってきた[2]。今回は、ソース・ドレインコンタクト部分に注目し、Ge と良好なコンタクトを形成する NiGe/Ge 構造の熱輸送特性を評価したので報告する。

【実験方法】Ge 基板の上に真空蒸着法にて Ni(10, 20, 40nm)を堆積させ、FGA(N<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>[3%], 350°C, 1min)処理にて NiGe に合金化した。その後、表面の未反応 Ni を除去するため、希塩酸(HCl: H<sub>2</sub>O=1:5)にてウェットエッチングを行った。熱輸送特性評価には、NiGe 層上にサンプル加熱と温度評価のための Au(100nm)を蒸着し、サーモリフレクタンス(TR)法を用いて NiGe 層から Ge 基板方向への熱抵抗を測定した。

【実験結果・考察】Fig.1 は TR 法から得られた膜厚と熱抵抗の関係である。断面走査型電子顕微鏡(SEM)観察から、NiGe 層の膜厚  $d$  は約 25, 49, 88nm (Ni=10, 20, 40nm) 程度の多結晶状態であることがわかった。熱抵抗の膜厚依存性の傾きの逆数から NiGe 膜の熱伝導率  $\kappa$ 、切片から NiGe/Ge 界面熱抵抗  $R_i$  を算出したところ、 $\kappa=2.2 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 、 $R_i=0.69 \times 10^{-8} \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$  という結果が得られた。Ge の  $\kappa$  は  $60 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 、Ni の  $\kappa$  は  $90 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  であることから[3]、NiGe の合金化・多結晶化による  $\kappa$  の大幅な低減が観察された。NiGe 層の膜厚が  $d=88\text{nm}$  の試料で、熱抵抗のばらつきが大きいのは、NiGe 層の膜厚や多結晶グレインのサイズがばらついたためと考えられる。

以上のことから、NiGe/Ge 構造コンタクトにおいて、熱抵抗を低減し、ばらつきを抑えるには、コンタクト特性を損なわない範囲で NiGe 層を薄膜化することが効果的であることがわかった。

【参考文献】 [1] W.-H. Chang, H. Ota, and T. Maeda, IEEE Electron Device Lett. 37, 253 (2016).

[2] 中島佑太他、第 64 回応用物理学会春季学術講演会、16p-412-16. [3] D. L. Perry ed. "Hand book of Inorganic compounds" CRC press.

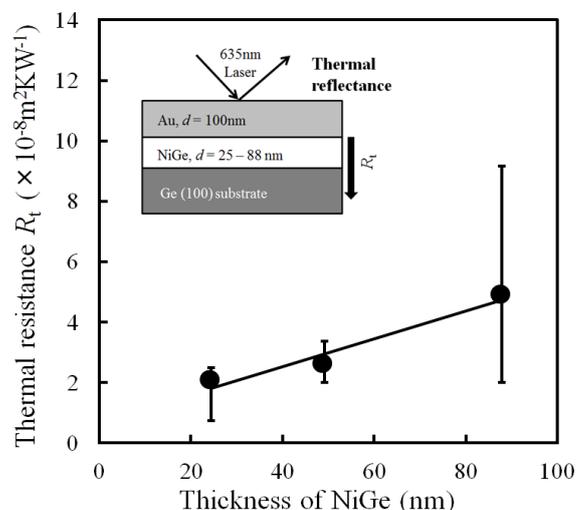


Fig. 1. Thickness dependence of thermal resistance in NiGe/Ge structures. Inset is sample structure for thermal resistance measurement by TR method.