

外部電圧によるキャリア注入と SOI のゼーベック係数

Seebeck Coefficient of SOI Layer with Extra Carriers Induced by External Bias

静岡大電研¹、学振特別研究員 DC² ○(D2) ファイズ サレ^{1,2}, 鈴木 悠平¹, 三輪 一聡¹, 池田 浩也¹

Shizuoka Univ.¹, JSPS Research Fellow² ○(D2) F. Salleh^{1,2}, Y. Suzuki¹, K. Miwa¹, H. Ikeda¹

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

【背景】ナノ構造化によって n 型半導体のゼーベック係数を増加するためには、不純物バンドの影響無しにフェルミエネルギーを伝導帯端に設置する必要があることがわかってきた [1-3]。そのため、我々は、外部電圧印加による SOI (Si-on-insulator) 試料のゼーベック係数の変化を調べており、外部電圧によりフェルミエネルギーを制御できる可能性を見出している [4]。今回、外部電圧によりフェルミエネルギーを伝導帯端近傍に設置した SOI 試料のゼーベック係数を測定し、その振る舞いについて、SOI 層中のキャリア分布を考慮した理論的解析を行った。

【結果】図 1 は、SOI 層 (厚さ 78 nm、P 濃度 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$) 内のキャリア (電子) 密度を深さ方向の関数としてプロットしたシミュレーション結果である。図 1 から、SOI 試料に負の外部電圧を印加することによってキャリア密度が n-SOI/BOX (埋め込み酸化膜) 付近で急激に増加することがわかる。このキャリア分布を考慮して理論的にゼーベック係数を計算した結果を、実験値とあわせて図 2 に示す。計算したゼーベック係数の絶対値が負の外部電圧印加により減少し、実験値と定性的に一致している。従って SOI 層のゼーベック係数が n-SOI/BOX 界面付近のキャリア密度に強く支配されていることがわかる。

一方、正方向に電圧を印加するにつれて、計算値が実験値を再現できなくなる。これは、フォノンドラッグの影響と考えられる。その影響が低濃度 (正電圧方向) になると大きくなる傾向は、これまでの報告と一致する [1-3]。

以上の結果から、外部電圧によるゼーベック係数は、n-SOI/BOX 界面付近のキャリア密度、すなわちフェルミエネルギーを介して制御でき、その値にはフォノンドラッグの効果も寄与することがわかった。

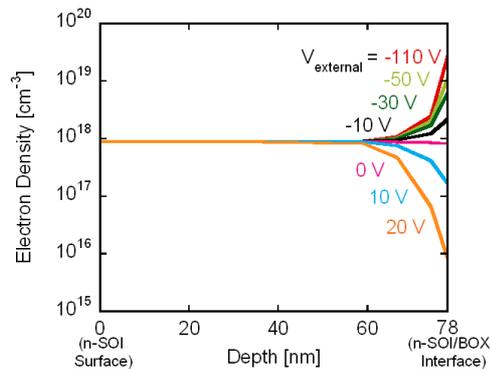


Fig. 1: Electron density as a function of depth in SOI layer under various external biases.

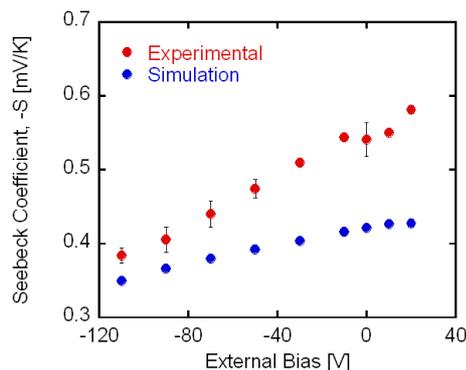


Fig. 2: Seebeck coefficient of SOI layer as a function of applied external bias.

- [1] F. Salleh, K. Asai, A. Ishida and H. Ikeda, APEX **2**, 071203 (2009).
- [2] H. Ikeda and F. Salleh, APL **96**, 012106 (2010).
- [3] F. Salleh and H. Ikeda, JEM **40**, 903 (2011).
- [4] F. Salleh, K. Miwa and H. Ikeda, JARP **3**, 021207 (2012).