

P ドープ SOI 層のゼーベック係数に与える Ga イオン注入の影響

Influence of Ga Implantation on Seebeck Coefficient of P-doped SOI Layer

静大電研¹, 学振特別研究員 DC²○鈴木 悠平¹, ファイズ サレ^{1,2}, 池田 浩也¹RIE Shizuoka Univ.¹, JSPS Research Fellow²○Y. Suzuki¹, F. Salleh^{1,2}, H. Ikeda¹

E-mail: f0330181@ipc.shizuoka.ac.jp

【研究背景】サーモパイル型赤外線センサに Si ナノワイヤを導入することにより, ゼーベック係数の増加及び熱コンダクタンスを低減し [1,2], それに伴ってセンサ感度を向上することが期待されている [3]. 我々は, P 原子をドーブした Si-on-insulator (SOI) 層をナノワイヤ列状にパターニングした後, 1 本置きに収束イオンビームによる Ga イオン注入を行うことで n 型と p 型の Si ナノワイヤ列を作製する方法を提案した. 本研究では, Ga イオン注入の影響を調べるために, バルクサイズ Si を用いて P 原子と Ga 原子が共存する SOI 層のゼーベック係数を測定し, 単ドーブ p 型 Si のゼーベック係数及びその理論値との比較を行い, 共ドーブの効果について議論する.

【実験方法】P 原子をドーブした SOI 層に断面積 $85 \times 500 \text{ nm}^2$, 長さ 1 mm の Si ワイヤを複数作製した. この SOI 層に対して Ga イオンを $4.0 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ と $3.5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ の 2 種類の注入量で注入した. Ga を注入していない SOI 層も含めて, 濃度の異なる 3 種類の SOI 層を作製した (表 1). ゼーベック係数は, 試料に与えた温度差と, それにより発生した熱起電力を測定し, 決定した. また, 比較のため, B 原子をドーブした SOI 基板及び Si 基板についても, 同様にゼーベック係数を測定した.

【実験結果】Ga 原子と P 原子を共ドーブした SOI 層のゼーベック係数の測定値及びボルツマン輸送方程式から計算した p 型 Si のゼーベック係数を, アクセプター濃度の関数として図 1 に示す. p 型 SOI と p 型 Si 基板のゼーベック係数の測定値, 及び Geballe らによって報告された実験値 [4] も同図にプロットした.

単ドーブ p 型 Si の測定値と理論値の差はアクセプタ濃度が低くなるにつれて大きくなっている. アクセプタ濃度の減少に伴ってフォノンドラッグの効果が現れる始めたことが影響していると考えられる. 共ドーブ SOI 層のゼーベック係数は p 型 Si の理論値に近い値を示したが, Ga 濃度が P 濃度に近づくにつれて単

Table 1: Dopant concentration in co-doped SOI layer N_P and N_{Ga} . Measured Seebeck coefficient is also listed.

Sample	$N_P [\text{cm}^{-3}]$	$N_{Ga} [\text{cm}^{-3}]$	$S [\text{mV/K}]$
P-dope	5.1×10^{17}		-0.36
Ga1	5.1×10^{17}	3×10^{18}	0.33
Ga2	5.1×10^{17}	3×10^{19}	0.25

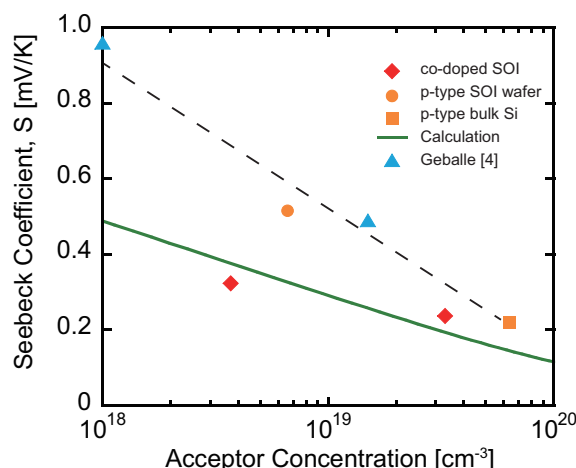


Fig. 1: Calculated and experimental Seebeck coefficient as a function of acceptor concentration.

ドーブのゼーベック係数より小さくなるのが分かる. この原因として, 電子による熱起電力の寄与が顕著になり始めること, 共ドーブによるフォノンドラッグの効果が抑制されることが考えられる.

- [1] L. D. Hicks *et al.*, Phys. Rev. B **47**, 16631 (1993).
- [2] N. Neophytou *et al.*, J. Electron. Mater. **41**, 1305 (2012).
- [3] H. Masaki *et al.*, Proc. of SPIE **5359**, 111 (2004).
- [4] T. H. Geballe *et al.*, Phys. Rev. **98**, 940 (1955)