

高濃度 Al ドープ 4H-SiC の抵抗率とホール係数の 活性化エネルギーの比較

Comparison of Activation Energies of Hall Coefficient and Resistivity in Heavily Al-doped 4H-SiC

大阪電気通信大学¹, 産総研先進パワーエレクトロニクス研究センター²

○西畑 凜哉¹, 竹下 明伸¹, 今村 辰哉¹, 高野 晃大¹, 奥田 和也¹, 日高 淳輝¹, 松浦 秀治¹,
紀 世陽², 江藤 数馬², 児島 一聡², 加藤 智久², 吉田 貞史², 奥村 元²

Osaka Electro-Communication University¹, AIST Advanced Power Electronics Research Center²

°Rinya Nishihata¹, Akinobu Takeshita¹, Tatsuya Imamura¹, Kota Takano¹, Kazuya Okuda¹,

Atsuki Hidaka¹, Hideharu Matsuura¹, Shiyang Ji², Kazuma Eto², Kazutoshi Kojima²,

Tomohisa Kato², Sadafumi Yoshida², and Hajime Okumura²

E-mail: ee14a060@oecu.jp, matsuura@osakac.ac.jp

1. 背景及び目的

SiC を用いたオン抵抗の低いパワーデバイスである n チャネル insulated gate bipolar transistor (IGBT) の実用化のためには、p 型 SiC 基板での損失を低減するために低抵抗率化が必要不可欠である。高濃度 Al ドープ 6H-SiC 試料のホール効果測定より、バンド伝導から Nearest Neighbor Hopping (NNH) 伝導に遷移する付近の温度でホール係数が減少・反転するとの報告がある[1]。また、4H-SiC において Al 濃度が高くなるほど反転する温度が高温側になり、バンド伝導で反転するとの報告もある[2]。このことから高濃度 Al ドープ 4H-SiC の低抵抗率化には伝導機構とホール係数の両面から特性を詳細に調べる必要がある。そこで本研究では van der Pauw 法を用いた抵抗率の測定から伝導機構を評価し、AC 磁場ホール効果測定からホール係数を算出した。その結果から、ホール係数と伝導機構の関係を比較する。

2. 実験結果と考察

図 1 に Al 濃度 $3.4 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の試料の抵抗率とホール係数の温度依存性を示す。抵抗率のアレニウスプロットから高温側でバンド伝導、低温側で NNH 伝導が支配的であることがわかる。ホール係数は伝導が切り替わる付近で減少・反転が見られ、Krieger 等の報告と一致する。図 2 には Al 濃度 $5.2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の試料の抵抗率とホール係数の温度依存性を示す。図 1 と同様に高温側でバンド伝導、低温側で NNH 伝導が支配的である。しかし Krieger 等の報告と異なり、ホール係数がバンド伝導で減少・反転している。図 1 と図 2 ではホール係数が減少・反転している伝導領域は異なるが、バンド伝導でも NNH 伝導でも抵抗率とホール係数の活性化エネルギーが一致していることがわかる。

次にホール係数と抵抗率の活性化エネルギーの Al ドープ量との相関を図 3 に示す。抵抗率の活性化エネルギーの NNH 伝導側を+印、バンド伝導側を×印で示す。ホール係数の活性化エネルギーは NNH 伝導側を△印、バンド伝導側を○印で示す。図より抵抗率とホール係数の活性化エネルギーが一致していることがわかった。そして抵抗率とホール係数の活性化エネルギーには同じ Al 濃度依存性が見られた。このことから伝導機構とホール係数が密接に結びついていることがわかった。

3. 結論

バンド伝導と NNH 伝導を示す Al ドープ濃度の試料で、抵抗率とホール係数の活性化エネルギーが一致した。そして抵抗率とホール係数の活性化エネルギーに同じ Al 濃度依存性が見られた。このことから伝導機構とホール係数が密接に結びついていることがわかった。

謝辞：本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代パワーエレクトロニクス/SiC 次世代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発」(管理法人：NEDO) によって実施されました。

【参考文献】

[1] M. Krieger, Doctoral Dissertation (July 2005, Erlangen -Nurnberg University) p. 80 and pp. 83-86.

[2] 西畑凜哉他, 信学技報, vol. 117, no. 373, SDM2017-74, pp. 9-12, 2017 年 12 月.

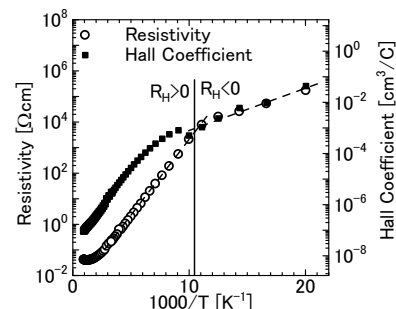


Fig.1. Al 濃度 $3.4 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の試料のホール係数と抵抗率

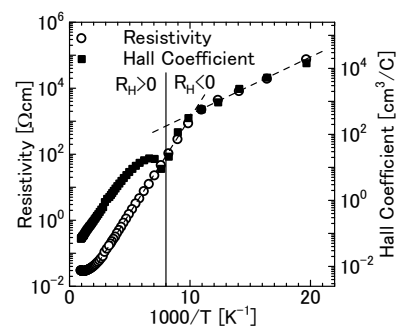


Fig.2. Al 濃度 $5.2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の試料のホール係数と抵抗率

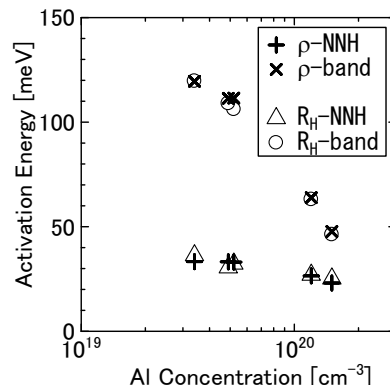


Fig.3. 抵抗率とホール係数の活性化エネルギーの Al 濃度依存性