

【背景】 SiC は Si に比べて禁制帯幅が広く高温動作できる為、次世代のパワーデバイスとして注目されている。また、耐放射線性に優れた物性を持っている為、SiC は宇宙や原子力発電所等の放射線環境下での使用が検討されている。しかし、Si に比べて SiC の耐放射線性の研究は少ない為、耐放射線性の研究が必要である。当研究室の過去の研究では、SiC の耐放射線性について Al-doped 4H-SiC 薄膜中の C 原子が 200 keV の電子線照射により変位することが報告されている¹⁾。また、電子線照射によって Al と結合している C 原子が変位し、結合が切れ、Al がアクセプタとして働かなくなる。また、同時に Al と変位した C のサイトの空格子 (V_c) との複合欠陥 ($Al_{Si}-V_c$) が形成され、電子線照射量を増加させると Al-doped 4H-SiC 薄膜中の Al アクセプタ密度が減少し、 $Al_{Si}-V_c$ 密度が増加することが報告されている¹⁾。

【目的】 昨年度の実験から更に照射量を増やして電子線照射した Al-doped 4H-SiC 薄膜中の正孔密度の温度依存性を測定し、Al アクセプタ密度 (N_{Al}) 及び深い準位の密度 (N_{Deep}) の照射量依存性を調べる。

【実験方法】 1 cm 角の n 型 4H-SiC 基板の上にエピタキシャル成長させた p 型 Al-doped 4H-SiC 薄膜 (膜厚 10 μ m) の四隅に Ti/Al オーミック電極を形成した。昨年度エネルギー 200 keV の電子線を $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ まで照射した試料に、同照射エネルギーで照射量を $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ ずつ増やし、電子線を照射し、van der Pauw 法によるホール効果測定を行った。

【実験結果・考察】 FCCS 法 (Free Carrier Concentration Spectroscopy) によるアクセプタ密度と準位の解析結果を表 1 に示し、図 1 に 2 種類のアクセプタ密度の照射量依存性を示す。表 1 から、浅い準位 (200 meV 付近) と深い準位 (370 meV 付近) の 2 種類のアクセプタが存在していることが分かる。Al アクセプタが 200 meV、 $Al_{Si}-V_c$ が 370 meV であると報告されていることから、200 meV 付近に存在する浅い準位が Al アクセプタ、370 meV 付近の深い準位が $Al_{Si}-V_c$ 複合欠陥だと考えられる。また、図 1 から Al アクセプタ密度 (N_{Al}) は照射量が増加するにつれ、減少していることが分かる。一方、 N_{Deep} は照射量 $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ 以降では減少している。 N_{Deep} 減少の原因として照射量を増加すると Al アクセプタが減少する。これに伴い $Al_{Si}-V_c$ 複合欠陥が形成される量も減少し、その後電子線を照射し続けると $Al_{Si}-V_c$ 複合欠陥に隣接する C 原子が変位し新たな欠陥を形成する為に N_{Deep} が減少すると推測されている²⁾。さらに照射量を増した $9 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ では N_{Deep} がさらに減少した為、過去の報告²⁾と同様の現象が起こったと考えられる。このことから、 N_{Deep} が $Al_{Si}-V_c$ 複合欠陥密度である可能性がある。

【結論】 照射量 $9 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ では N_{Deep} がさらに減少した為、 N_{Deep} が $Al_{Si}-V_c$ 複合欠陥密度である可能性がある。

【謝辞】 電子線照射をして頂いた大島武氏をはじめ日本原子力研究所の方々へ深く感謝致します。

【参考文献】 1) H.Matsuura, S.Kagamihara, Y.Itoh, T.Ohshima and H.Ito: Physica B 376-377(2006)342.

2) 稲川 祐介: 電子線照射による Al-doped 4H-SiC エピ膜中のアクセプタ密度の変化
～照射量依存性～: 平成 17 年度卒業論文

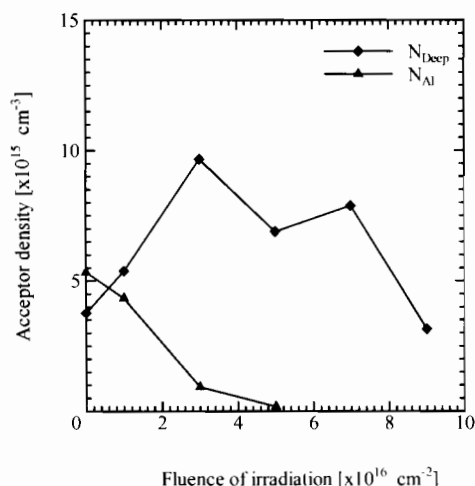


図 1. アクセプタ密度の照射量依存性

表 1 FCCS 解析結果

照射量 [cm^{-2}]	未照射	1×10^{16}	3×10^{16}	5×10^{16}	7×10^{16}	9×10^{16}
$N_{Al} [\text{cm}^{-3}]$	5.34×10^{15}	4.34×10^{15}	9.33×10^{14}	1.87×10^{14}	—	—
$E_{Al} [\text{meV}]$	205	218	226	—	—	—
$N_{Deep} [\text{cm}^{-3}]$	3.77×10^{15}	5.38×10^{15}	9.67×10^{15}	6.89×10^{15}	7.89×10^{15}	3.15×10^{15}
$E_{Deep} [\text{meV}]$	371	374	366	376	391	385