

高エネルギー電子線照射が Al-doped 4H-SiC 基板の電気的特性へ与える影響

E-01132 森園 達哉

松浦研究室

【はじめに】SiC はバンドギャップが広いなど、優れた物性値をもっており、Si に代わる半導体デバイス材料として注目されている。また、原子力分野では半導体デバイスは放射線環境下で使用される為、半導体自体の耐放射線性が優れていることが望まれる。そこで、Al-doped 4H-SiC 基板への電子線照射が電気的特性に与える影響を調べる必要がある。

【実験】Al-doped 4H-SiC基板に 4.6 MeV、 $2.6 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ の電子線を照射した。照射前後において、低温から昇温しながらホール効果測定を行い、正孔密度の温度依存性を得た。

【結果・検討】電子線照射前後における正孔密度の温度依存性を、図1に示す。電子線照射によって室温(300 K)での正孔密度が $6.5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ から $3.2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ に減少した。Free Carrier Concentration Spectroscopy(FCCS法)による、照射前後の試料における準位と密度の解析結果を表1に示す。但し ΔE_A はアクセプタ準位、 N_A はアクセプタ密度、 N_D は補償密度である。FCCS法による解析から得られた260 meV付近の準位を形成する不純物や欠陥は報告されていない。

不純物準位は(1)式のように不純物密度が増加するに伴い、不純物準位は浅くなる¹⁾。

$$\Delta E(N) = \Delta E(0) - \alpha N^{-1/3} \quad (1)$$

ただし、 α :係数 N :不純物密度 E :不純物準位である。

Alの準位は 200 meV付近にあることがPhotoluminescence (PL)によって報告されている。また、我々は、 $\text{Al}_{\text{Si}}\text{-V}_{\text{C}}$ が 350 meV付近にアクセプタ準位を形成すると報告している。しかし(1)式を用いた我々の研究から、アクセプタ密度が 10^{17} cm^{-3} 台の場合、深いアクセプタ準位とAlのアクセプタ準位とのエネルギー差は小さくなっていると考えられる。FCCS法では、各準位に対応した温度でピークを持つ関数を用いて、不純物準位と密度を評価する。この為、二つの準位の差が非常に小さい為にピークが重なり、二つの準位を分離して評価することが出来なかったと考えられる。つまり、260 meVの準位は、Alと $\text{Al}_{\text{Si}}\text{-V}_{\text{C}}$ による準位であると考えられる。

4.6 MeV の電子線照射では、SiC 中の Si、Al、C すべての原子が弾かれる為、電子線照射により Si、Al、C で構成されるアクセプタ密度が減少したと考えられる。

図2に移動度の温度依存性を示す。照射後に低温側の移動度が低下していることが分かった。

【結論】4.6 MeV の電子線照射によって 4H-SiC 基板中の正孔密度が減少した理由はアクセプタ密度が減少した為であると考えられる。

【謝辞】電子線照射をして戴いた株式会社三社電機製作所の西川和弘氏に深く感謝いたします。

【参考文献】1) H. Matsuura, J. Appl. Phys., **96** (2004) 7346.

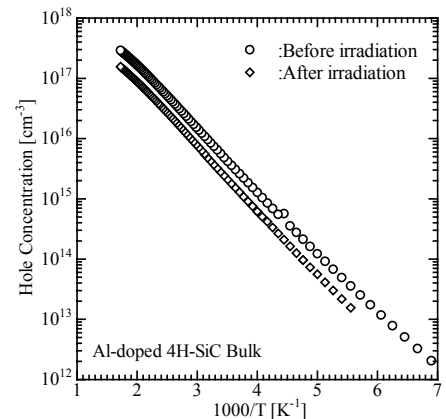


図1 正孔密度の温度依存性

表1.FCCS による解析結果

Electron irradiation	before	after
ΔE_A [meV]	260	270
N_A [cm^{-3}]	6.4×10^{17}	3.2×10^{17}
N_D [cm^{-3}]	2.3×10^{16}	1.4×10^{16}

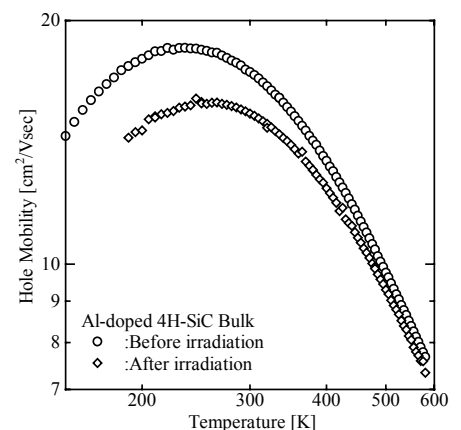


図2 移動度の温度依存性