

1 MeV 電子線照射後の Al-doped 6H-SiC の アクセプタ密度の評価 ～照射量依存性～

E-05901 井澤 圭亮
松浦研究室

【背景】 現在、Si パワーデバイスには様々な用途に使用され、宇宙環境や原子力発電所等の放射線環境下でも使用されている。しかし、放射線環境下での使用は電子線により素子が劣化する為、長期に渡って使用することが出来ない。そこで、新たに注目されているのが SiC である。SiC は耐放射線性に優れており、Si に代わって放射線環境下での使用が検討されている。しかし、SiC は Si に比べて耐放射線性の研究が少ない為、SiC の耐放射線性の研究を行う必要がある。当研究室では SiC に電子線を照射し、van der Pauw 法を用いた Hall 効果測定を行う事で、SiC 中の多数キャリア密度に起こる影響を調べてきた。今まで、放射線による多数キャリア密度の減少は、放射線照射により深い準位に存在する欠陥が増加する事が大きな原因と考えられてきた。しかし、当研究室の過去の報告から、4H-SiC では多数キャリア密度の減少は放射線によるドーパント密度の減少によるものと報告されている¹⁾。そこで、放射線が 6H-SiC にどのような影響を及ぼすのか調べる必要がある。

【目的】 6H-SiC に及ぼす放射線の影響を調べる為、同じ条件によって作製された複数の Al-doped 6H-SiC に同エネルギーで異なる照射量の電子線を照射することで正孔密度減少の原因を調べる。

【実験方法】 同条件で作製された複数枚の n-type 6H-SiC 基板に同条件で Al イオンを注入し、p-type Al-doped 6H-SiC 層を製作した。各試料に対して 300 K で van der Pauw 法を用いた Hall 効果測定を行った。次に、照射エネルギー 1 MeV の電子線を各試料に異なる照射量 ($1.0 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ 、 $5.0 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ 、 $1.0 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$) で照射した試料と、未照射の試料をそれぞれ低温側から昇温しながら高温側まで van der Pauw 法を用いた Hall 効果測定を行い、正孔密度の温度依存性 $p(T)$ を得た。

【実験結果・考察】 電子線未照射の試料の $p(T)$ の減少を 0 % として、300 K で各試料の照射前と照射後の $p(T)$ の減少する割合を図 1 (実線) に示した。この結果から、電子線照射量を増加させることにより $p(T)$ の減少する割合も大きくなる事が分かる。この $p(T)$ の減少の原因は、電子線照射により Si または C の空孔子点 (V_{Si} または V_{C}) が形成され、これらの欠陥に正孔が捕獲される為とこれまで考えられていた。

電子線照射後の $p(T)$ を用いて FCCS 法 (Free Carrier Concentration Spectroscopy) によりアクセプタの解析を行った。解析の結果、全ての試料においてアクセプタ準位は 240 meV 付近となり、それ以外の準位は見積もる事が出来なかった。240 meV 付近の準位は Al と報告されていることから²⁾、各試料でアクセプタとして働いているのは Al である。このことから、電子線照射により深い欠陥である V_{Si} または V_{C} が形成されたために正孔密度が減少するのではなく、Al アクセプタ密度が電子線照射で減少していることを明らかにした。

アクセプタ密度 (N_{Al}) の未照射時から照射後の減少割合を図 1 (点線) に示す。この図から、 $p(T)$ の減少割合が照射量が増えるにつれて増加していると共に、 N_{Al} の減少割合も増加していることが分かる。このことから、電子線照射により $p(T)$ が減少する原因の一つに、電子線照射による N_{Al} の減少が大きく関わっていることが明らかとなった。また、図 1 から、 N_{Al} の減少割合の増加よりも $p(T)$ の減少割合の増加の方が多いため、 $p(T)$ の減少の原因は N_{Al} の減少だけではなく、電子線照射時に形成された欠陥が影響しているのではないかと考えられる。

【結論】 電子線を照射することで起こる $p(T)$ 減少の原因は N_{Al} の減少が原因である。

【参考文献】

- 1) H. Matsuura, S. Kagamihara, Y. Itoh, T. Ohshima and H. Itoh: Physica B 376-377 (2006) 342.
- 2) Otfried Madelung: "Semiconductors: Data Hand Book" p.68.

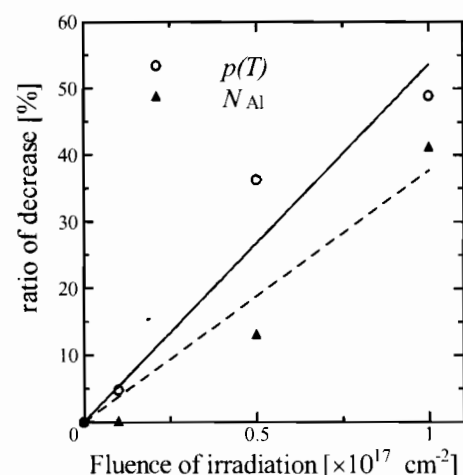


図 1 $p(T)$ と N_{Al} の減少比率