

4H-SiC エピタキシャル層中における ショックレー型積層欠陥と基底面転位構造の関係

Correlation between shapes of Shockley stacking faults and
structure of basal plane dislocations in 4H-SiC epilayers

京都大学工学研究科 ○飯島彬文, 須田淳, 木本恒暢

Kyoto Univ. ○Akifumi Iijima, Jun Suda, and Tsunenobu Kimoto

E-mail: iijima@semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】 SiCバイポーラデバイス中に存在する基底面転位(BPD)は、通電時にショックレー型積層欠陥(1SSF)の形成核となり、デバイス特性の劣化を引き起こす。1SSFの拡大形状は極めて多岐に存在し、その起源は明らかになっていない。そこで本研究では、PLイメージング測定を用いて、BPDを起点として発生する1SSFの拡大形状を観察し、元のBPDの構造と拡大した1SSFの形状の関係について考察した。

【実験方法】 用いた試料はn型、p型4H-SiCエピタキシャル層(ドーピング密度: 10^{14} - 10^{15} cm⁻³、厚さ: 50-60 μm)である。励起光源には270-380 nm にフィルタされたHg-Xe 紫外光を用いた。PL像の撮影には高感度CCDカメラを用い、ロングパスフィルタを用いて測定波長を赤外領域($\lambda > 750$ nm)に制限した。励起光を180-300分間照射し続けることにより1SSFを拡大させ、その評価を行った。

【結果と考察】 まず転位構造に基づいて、BPDのすべてのパターンを考える。バーガースベクトルが $\mathbf{b} = (1/3)[11\bar{2}0]$ のBPDには、図1(a), (b)の中央に示すように2種類の部分転位(PD)ループが存在する。さらに、BPDのバーガースベクトルは6方向($\mathbf{b} = (1/3)\langle 11\bar{2}0 \rangle$)存在するが、バーガースベクトルが 180° 異なるPDループから拡大する1SSF形状は等価であると考えることができる。したがって、BPDのバーガースベクトルは3種類のみを考える。次に、BPDの主な転位線方向は $\langle 1\bar{1}00 \rangle$ 、 $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ の計12方向存在する。これらを総括すると、2種類のPDループ、3種類のバーガースベクトル、12種類の転位線方向が存在するため、1SSFには72種類($2 \times 3 \times 12 = 72$)の拡大形状が存在すると考えられる。

SiCエピタキシャル層中に存在する大部分のBPDのバーガースベクトルは $\mathbf{b} = (1/3)[11\bar{2}0]$ である。また、転位線方向が $\xi = \langle 11\bar{2}0 \rangle$ のBPDから拡大する1SSF形状は容易に推測できる。したがって、ここでは $\mathbf{b} = (1/3)[11\bar{2}0]$ 、 $\xi = \langle 1\bar{1}00 \rangle$ のBPDについて考察を行う。BPDの転位構造から導き出した1SSFの拡大形状の模式図と実際に得られたPL像を図1に示す。PL像において、SiコアPDが強い発光を、CコアPDが弱い発光を示している。この図から、BPDの転位構造から導出した模式図とPL像の1SSFの形状が一致していることが分かる。他のバーガースベクトルを有するBPDにおいても同様の相関関係がある。このモデルを用いれば、拡大した1SSFの形状から元のBPDのバーガースベクトルや転位線方向を推測できる。

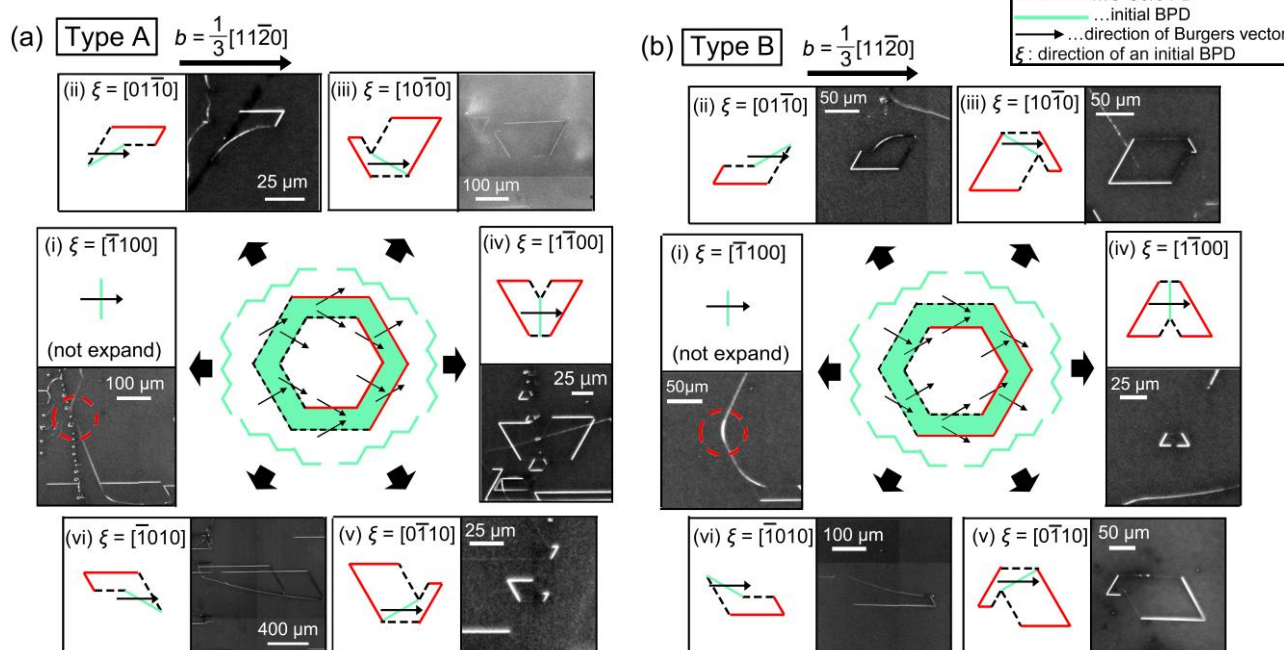


図1: $\mathbf{b} = (1/3)[11\bar{2}0]$ のPDループ((a) タイプ A, (b) タイプ B)とこのPDループを構成するBPDから拡大する1SSFの形状。(i) - (vi)において、転位構造から導出した1SSF拡大形状の模式図、PL像($\lambda > 750$ nm)を示している。緑線が元のBPDの転位線、黒破線がCコアPD、赤線がSiコアPDである。