4H-SiC on-axis エピタキシャル成長における 3C インクルージョンの発生と基板の螺旋転位密度の関係

Influence of TSD density of the substrate on the occurrence of 3*C*-inclusions for the 4*H*-SiC on-axis epitaxial layers

産総研 [1]　○升本 恵子 [1]，児島 一聡 [1]，田中 保宣 [1]

AIST [1], ○Keiko Masumoto[1], Kazutoshi Kojima[1], Yasunori Tanaka[1]

E-mail: keiko-masumoto@aist.go.jp

省エネ化を実現する SiC パワーデバイスの実用化が進んでいるが、10 kV 超級の超高耐圧デバイスである IGBT や高耐圧 MOS の普及のためには低コスト化が必須である。超高耐圧デバイスには厚膜エピタキシャル成長が必要となるが、現在用いられているステップ制御エピタキシーによる厚膜成長では、ステップ端から成長が破綻するため歩留りが低下する。そこで、スパイラル成長に着目し、高速成長可能な近接垂直ブロー成長法[1]を用いて 4H-SiC on-axis 基板 C 面上にエピタキシャル成長を行っている。これまでに、成長速度を上昇させるための時間（ランプアップタイム）を増加することにより 3C インクルージョン密度が低減することを報告した[2]。これは、成長初期の過飽和度が低いため、on-axis 基板の広いテラス上に 3C の核が生じることなく成長表面がスパイラルヒロックで覆われるためだと考えられる。成長表面がスパイラルヒロックで覆われるまでの時間は基板の螺旋転位密度に依存すると考えられるため、今回、3C インクルージョンの発生と基板の螺旋転位密度の関係を評価した。

螺旋転位密度が 1200 cm^{-2} と 300 cm^{-2} である 3 インチ 4H-SiC on-axis 基板 C 面上に、ランプアップタイム 1 時間、成長速度 30 μm/h で 170 μm 厚の成長を行った。Fig. 1 に、螺旋転位密度が（a）1200 cm^{-2} と（b）300 cm^{-2} の基板上に成長したエピタキシャル膜の PL 像（ロングパスフィルタ：750 nm）を示す。3C インクルージョンを黄線で囲っている。3C インクルージョンの面積の割合は、螺旋転位密度が 1200 cm^{-2} のときは約 8%、螺旋転位密度が 300 cm^{-2} のときは約 22%であった。螺旋転位密度が低い基板上でのエピタキシャル成長では、成長初期に成長表面がスパイラルヒロックで覆われるまでに発生する 3C の核が増加したと考えられる。

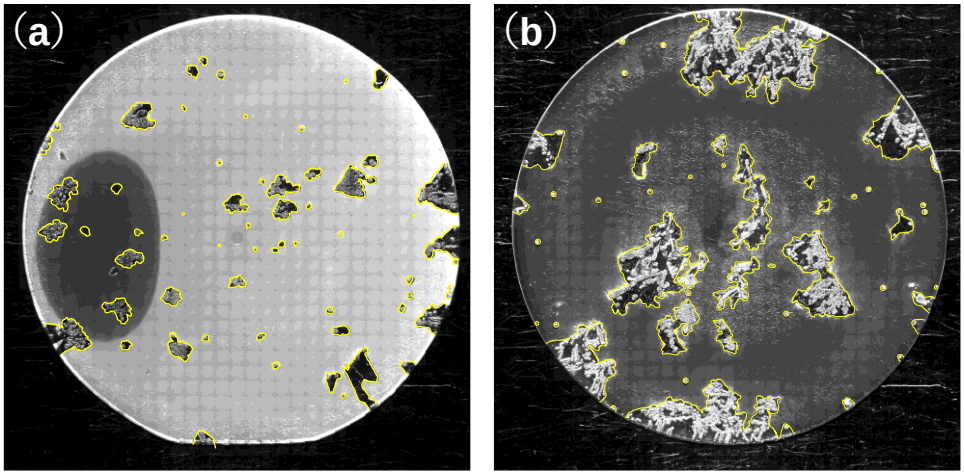

Fig. 1：PL images of the on-axis 4H-SiC homoepitaxial layers grown on the 3-inch substrates with the TSD density of (a) 1200 cm^{-2} and (b) 300 cm^{-2}.

【謝辞】本研究は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度 JPJ004596 の支援を受けたものである。

【参考文献】[1] Y. Ishida *et.al*., Mater. Sci. Forum **600-603** (2009) 119.
[2] K. Masumoto *et.al*., Materials **13** (2020) 4818.