Mg ドープ GaN エピタキシャル膜におけるピラミッド状微小欠陥

ソニー EMCS 解析技術センター 富谷 茂隆

Fig. 1 Mg ドープ GaN エピタキシャル膜の断面明視野像.

Fig. 2 Mg ドープ量の異なる GaN エピタキシャル膜における弱ビーム0002暗視野像. (a) $[Mg] \sim 7 \times 10^{19}/\text{cm}^{-3}$, (b) $[Mg] \sim 1.6 \times 10^{20}/\text{cm}^{-3}$.

Fig. 3 結晶成長に Mg を過剰にドーピングさせた領域を含む $\text{Al}_{0.06}\text{Ga}_{0.94}\text{N}$ エピタキシャル膜の断面明視野像およびそれに対応する収束電子回折図形.

GaN 系光半導体デバイスの作製には、p 型半導体層の形成が必要不可欠であり、p 型不純物として、Mg を用いることが一般的である。Mg のアクセプター準位が深いことから、十分なホール濃度を得るためには、高濃度に Mg をドーピングすることが望まれる。しかしながら、Mg 濃度 $[Mg]$ が高すぎると、**Fig. 1** に示すような逆ピラミッド状微小欠陥がエピタキシャル膜中に発生してしまう。この逆ピラミッド状欠陥は、 $[Mg]$ が $\sim 4 \times 10^{19}/\text{cm}^{-3}$ 程度から発生し、 $[Mg]$ 濃度が高くなるにつれ、欠陥密度は増加するが、欠陥サイズは逆に小さくなる (**Fig. 2**)⁽¹⁾。

Fig. 3 は、Mg を過剰にドーピングさせた領域を含む $\text{Al}_{0.06}\text{Ga}_{0.94}\text{N}$ エピタキシャル膜の断面明視野像である。過剰ドーピングすると、特有の結晶ファセットが生じ、界面が荒れる。

また、この界面の上下の層では、ピラミッド状微小欠陥の頂点方向が反転する。収束電子回折法により結晶極性を判定することができるが⁽²⁾、この上下の層で結晶極性が反転し、界面は逆位相境界になっていることがわかった⁽³⁾。多波励起暗視野像、高分解能観察、走査透過電子顕微鏡の Z コントラスト法や EDX 分析から、ピラミッド状微小欠陥は、欠陥界面に Mg が析出した逆位相境界欠陥であると推定された⁽³⁾。

文 献

- (1) S. Tomiya, *et al.*: Mat. Res. Soc. Symp. Proc., **743**(2003), 839.
- (2) 桑野範之, 見立壽継: 顕微鏡, **37**(2002), 194.
- (3) S. Tomiya *et al.*: Proceedings of 8APEM, (2004), 467.

(2004年 8月20日受理)

Pyramidal Defects in Mg Doped GaN Epitaxial Layers; Shigetaka Tomiya (Sony EMCS, Materials Analysis Center, Atsugi)

Keywords: GaN related materials, magnesium, p-type dopant, inversion domain, structural defect

TEM specimen preparation: ion milling (Gatan PIPS) TEM utilized: JEM-2000EX (200 kV), HF-2000 (200 kV)