

Si 表面炭化により形成した SiC 薄膜上への窒化物半導体成長

Epitaxial growth of III-nitrides on SiC thin film formed by carbonization of Si surface

東大院工 °出浦 桃子, 朱 逸夫, 百瀬 健, 霜垣 幸浩

Univ. of Tokyo, °Momoko Deura, Yifu Zhu, Takeshi Momose, and Yukihiro Shimogaki

E-mail: deura@dpe.mm.t.u-tokyo.ac.jp

背景 我々は、Si 基板上への窒化物半導体結晶成長に不可欠なバッファ層として、Si 基板を加熱しながら C 原料のみを供給する Si 表面炭化によって得られる 3C-SiC 薄膜を提案している。熱力学的考察をふまえながら CO ガスによる Si 表面炭化を行っており[1]、これまでに、さまざまな面方位の Si 基板表面に SiC 薄膜が形成されること、CO 供給比が SiC の形成量や配向性・表面平坦性に大きく影響することなどを示してきた[1,2]。表面炭化で得られた SiC/Si 基板上に GaN を成長する場合、SiC 基板や SiC 成長層と同様に、表面濡れ性が良好でないと予想される。濡れ性向上には成長直前の Al 原料先行供給が有効であることが知られている[3]。そこで今回は、Al 原料先行供給条件と成長した GaN の状態との相関について、SiC 基板と SiC/Si 基板との違い、また SiC/Si 基板の炭化条件依存性を調べた。

実験・結果 Si(111)基板を、グラファイト製の横型加熱炉を用いた C 飽和条件下で、大気圧下で Ar-CO 混合ガスを用いて 1200°C で 1 h 炭化した。CO 供給比 (CO/(Ar+CO)) は 1.2% または 20% とした。形成された SiC はいずれも(111)配向で、膜厚はそれぞれ~100 nm および~10 nm であり、前者は表面凹凸が大きく、後者は平坦であった。これらの SiC/Si 基板と 4H-SiC(0001)基板を同時に前処理し、直後に 1100 °C・200 mbar で H₂ キャリアガスを用いて 1 μm 相当の GaN を MOVPE 成長した。昇温中は H₂ のみを供給し、TMAI 先行供給後に TMGa と NH₃ を同時に供給開始した。TMAI 供給量不足の場合は濡れ性が不十分となり、供給過多の場合は Al が凝集すると推測される。SiC 基板の場合は、広範な TMAI 先行供給条件で表面平坦かつ高配向な連続膜が得られ、推測どおり TMAI 供給量には最適範囲が存在した。一方、SiC/Si 基板では連続膜を得られる条件範囲が非常に狭いことが分かった。Fig. 1 および 2 は TMAI を 0.0012 mbar・960 s 先行供給した後に GaN 成長した場合の XRD および表面 SEM 像であるが、CO20%で炭化した表面平坦な SiC/Si 基板の方が単一配向の GaN 連続膜を得やすいことが分かる。これは表面凹凸の大きい CO1.2%で炭化した SiC/Si 基板では、先行供給された Al 化学種が段差部分を被覆できなかったためと考えられる。また、ZB-GaN が形成されたのも、段差部分から 3C-SiC の配向を引き継いだためと考えられる。なお、4H-SiC 基板上で(10 $\bar{1}$ 1)配向の GaN が見られたのは、表面上に形成された小さい結晶粒の影響またはわずかなオフ角ステップによる影響と推測される。

謝辞 本研究は JSPS 科研費若手研究(B)・新学術領域研究 (16K20915・17H05324), 2018 年度豊田理研スカラー, 2018 年度稲盛財団研究助成, 第 11 回資生堂女性研究者サイエンスグラントの助成を受けて行われました。

[1] M. Deura and H. Fukuyama, J. Cryst. Growth **434** (2016) 77.

[2] 出浦他, 第 61 回 応用物理学会 春季 学術講演会, 18a-E13-5 (2014).

[3] Z. Sun *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55** (2016) 05FB06.

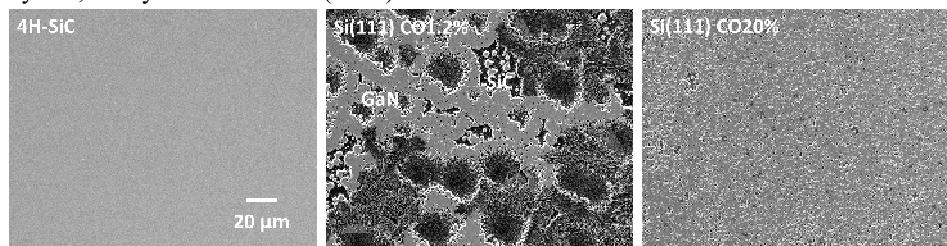


Fig. 1 GaN 成長した SiC 基板または SiC/Si 基板の 2θ - ω 測定結果. データは縦軸方向にシフトしてある.

Fig. 2 SiC 基板または SiC/Si 基板上に成長した GaN の表面 SEM 像.