AlN/Si(110)上 SiC エピタキシャル成長における SiC 低温バッファ層の効果

Effect of a SiC Low-Temperature Buffer Layer on SiC Epitaxial Growth on Top of an AlN/Si(110) substrate

弘前大院理工　奈良 友奎，°葛西 大希，中澤 日出樹

Hirosaki Univ. Yuki Nara, °Hiroki Kasai, Hideki Nakazawa

E-mail: h19ms505@hirosaki-u.ac.jp

1. はじめに

Si 基板上に 3C-SiC 薄膜を成長し、SiC 薄膜を真空中で高温加熱することにより Si 基板上にグラフェンを形成するグラフェン・オン・シリコン法が開発された[1]。これは、現在の SiC ウェハが抱えるコストやサイズの問題を解決する方法として期待されている。しかし、SiC 成長中や高温加熱中に Si 基板からの Si 原子の外方拡散により SiC/Si 界面にボイドが形成され易く、また Si と SiC の間の格子定数と熱膨張係数の不整合により、SiC 中には双晶などの欠陥が存在する。Si 基板と SiC 薄膜の間に AlN 中間層を形成することで、Si 原子の外方拡散によるボイドの形成が抑制されることが報告されている[2]。また、Si(110)基板を用いることで、SiC/AlN 界面だけでなく AlN/Si(110)界面においてもほぼ格子整合する[3]。一方、AlN 中間層上に SiC 低温バッファ層を形成することにより、SiC 薄膜の結晶性や平坦性が改善することが報告されている[4]。しかし、SiC バッファ層の形成条件の最適化は未だ行われていない。

本研究では、SiC 薄膜の更なる高品質化のために、AlN/Si(110)基板上にモノメチルシラン (CH_3SiH_3; MMS)圧力を変化させて SiC 低温バッファ層を形成し、その上に成長した SiC 薄膜の結晶性および平坦性を調べた。

2. 実験方法

基板には 3°のオフ角を持つ Si(110)ウェハを使用し、AlN ターゲットを用いたレーザーアブレーション法(PLD)により、窒素圧力 1.0 Pa、レーザー強度 100 mJ/pulse、基板温度 800 ℃として、膜厚 130 nm の AlN 層を成長した。AlN 成長後、MMS を用いた低圧化学気相成長法により、基板温度 600 ℃、形成時間 5 分間と固定し、MMS 圧力を変化させて SiC バッファ層を形成した。SiC バッファ層形成後、SiC ターゲットを用いた PLD 法により、レーザー強度 150 mJ/pulse、基板温度 950 ℃として、膜厚 100 nm の SiC 薄膜を成長した。

3. 実験結果

図 1 は、MMS 圧力を変化させて形成した SiC バッファ層上 SiC 薄膜の XRD 2θ-θ スペクトルを示している。MMS 圧力の増加に伴い、3C-SiC(111)ピークの FWHM が減少したことから、3C-SiC(111)の結晶性が向上していることがわかった。また、得られたピーク位置から内部応力を算出すると、SiC 膜には圧縮応力が作用していることがわかった。SiC 膜の XRD 極点図には、双晶に起因するスポットは確認されなかったが、ダブルポジショニングバウンダリに起因するスポットが観察された。RHEED 観察によって、3C-SiC(111)3×3 再配列構造が形成されており、面内エピタキシャル関係は SiC[$\bar{1}$10]//2H-AlN[2$\bar{1}\bar{1}$0]//Si[$\bar{1}$10]および SiC[$\bar{1}\bar{1}$2]//2H-AlN[01$\bar{1}$0]//Si[001]であることがわかった。また、3C-SiC(11$\bar{1}$)双晶などに起因するスポットは確認されなかった。AFM 測定から、MMS 圧力の増加に伴い、SiC 薄膜の RMS が減少し平坦性が向上することがわかった。MMS 圧力が、2.0×10^{-2} Pa のときに RMS が 0.72 nm と最も低くなった。

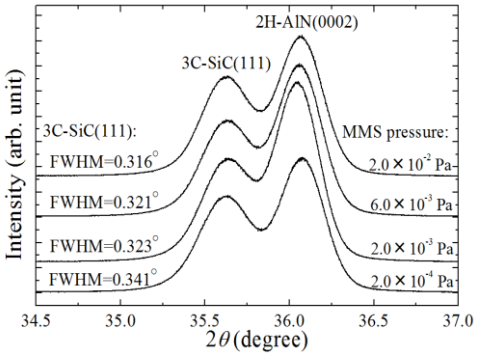

Fig.1. XRD spectra for SiC/AlN/Si(110).

参考文献

[1] M. Suemitsu *et al.*, e-J. Surf. Sci. Nanotech., vol.7, pp.311-313, 2009.
[2] H. Nakazawa *et al.*, J. Cryst. Growth, vol.418, pp.52-56, 2015.
[3] S. Narita *et al.*, J. Cryst. Growth, vol.460, pp.27-36, 2017.
[4] K. Meguro *et al.*, Materials Science Forum, vols.778-780, pp.251-254, 2014.

© 2019年 応用物理学会