Si 基板上無極性面 AlN 成長のための $Zn_xMn_{1-x}S$ バッファー層の作製条件の検討

Study on the growth condition of $Zn_xMn_{1-x}S$ buffer layer for nonpolar AlN growth on Si

1. 明治大学　2. 物質・材料研究機構　3. 株式会社コメット
○森田雅也[1,2], 石橋啓次[3], 高橋健一郎[3], 知京豊裕[2], 小椋厚志[1], 長田貴弘[2]
1. Meiji University　2. NIMS　3. COMET Inc.
○M. Morita[1, 2], K. Ishibashi[3], K. Takahashi[3], T. Chikyow[2], A. Ogura[1] and T. Nagata[2]
E-mail: ce201048@meiji.ac.jp

【はじめに】発光デバイス材料として用いられる GaN は実用化の際の大口径化やコスト効率の問題から、GaN on Si 構造が好ましい。Si と GaN の格子定数差は大きいが、バッファー層として AlN を挿入することでヘテロ成長が実現できる。しかし、現在使用される GaN は Si 基板面に対して極性面方向に成長した GaN であり、分極方向に生じるピエゾ電界による発光デバイスの発光効率低下、貫通転位密度の多さが課題である[1]。そこで我々は、MnS バッファー層を用いた Si(100)上無極性面 AlN 及び GaN 成長を提案している[2,3]。既に MnS の Si 上への成長及び無極性 AlN の結晶化も実現できている。しかし Si と MnS の熱膨張係数差による基板及び AlN との界面の不安定さによる結晶性の劣化が課題であるため、界面構造改善を目指し $Zn_xMn_{1-x}S$ に着目した。AlN の結晶性向上に向け Si 上 $Zn_xMn_{1-x}S$ の作製条件を探す。

【実験方法】$Zn_xMn_{1-x}S$ 薄膜は、Si(100)基板上へ RF スパッタ法で MnS、ZnS の同時成膜で行った。Si 上に緩衝層として、室温層(RT-) $Zn_xMn_{1-x}S$ 及び MnS の 2 種類をそれぞれ 20 nm 作成した。その上に 550℃で $Zn_xMn_{1-x}S$ を 30 nm 成膜後、反応性 DC スパッタ法で AlN を 50 nm 成膜した。結晶性評価は、2 次元 X 線回折手法(2D-XRD)を用いた。表面形状評価および組成解析は、それぞれ原子間力顕微鏡(AFM)と蛍光 X 線分析法(XRF)を使用した。

【実験結果】Fig. 1 に、$Zn_xMn_{1-x}S$/Si 構造の 2D-XRD の結果を示す。緩衝層として RT-$Zn_xMn_{1-x}S$ を用いると、28 º付近に ZnS 極性面成長由来の回折線が観測され相分離が確認されるが、RT-MnS では 28 º回折線は見られない。RT-MnS には ZnS 極性面成長・相分離を抑える効果があると考えられる。Fig. 2 に AFM 像を示す。RT-$Zn_xMn_{1-x}S$ に比べ RT-MnS では RMS 値が減少し、粒径が均一化する。ZnS 極性面成長の抑制による平坦性の向上が示唆される。発表では $Zn_xMn_{1-x}S$/Si 上に無極性 AlN を堆積させた結果についても議論する。

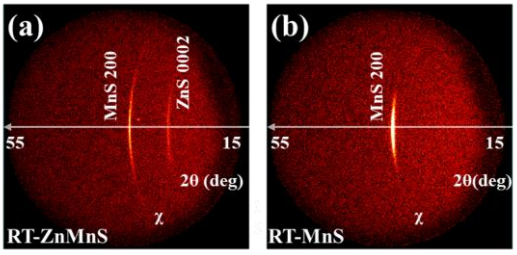

Fig. 1 2D-XRD images of $Zn_xMn_{1-x}S$ films on (a) RT- $Zn_xMn_{1-x}S$ and (b)RT-MnS

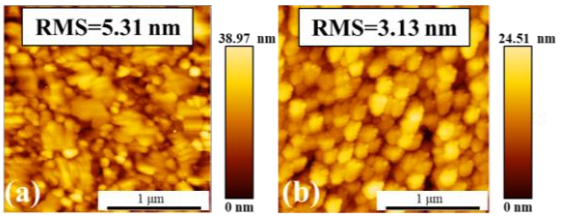

Fig. 2 AFM images of $Zn_xMn_{1-x}S$ films on (a) RT- $Zn_xMn_{1-x}S$ and (b)RT-MnS

Reference
[1] Daniel S.P. Tanner, Philip Dawson, Menno J. Kappers, Rachel A. Oliver, and Stefan Schulz, Phys. Rev. Applied **13** (2020).
[2] K. Tatejima, T. Nagata, K. Ishibashi, K. Takahashi, S. Suzuki, A. Ogura and T. Chikyow, J. Appl. Phys. **58**, SDDG07(2019).
[3] K. Tatejima, T. Nagata, K. Ishibashi, K. Takahashi, S. Suzuki, A. Ogura and T. Chikyow, J. Appl. Phys. **58**, SBBK03(2019).

© 2020年 応用物理学会