

反応性スパッタ法を用いた MnS/Si (100)上への無極性 AlN 薄膜作製条件の検討

Study on growth conditions of non-polar AlN film on MnS/Si (100) deposited by reactive sputtering

1. 明治大学 2. 物質・材料研究機構 3. 株式会社コメット

°立島滉大^{1,2}, 長田貴弘², 石橋啓次^{2,3}, 高橋健一郎^{2,3}, 鈴木撰^{2,3}, 小椋 厚志¹, 知京 豊裕²

1. Meiji University 2. NIMS 3.COMET Inc.

°K. Tatejima^{1,2}, T. Nagata², K. Ishibashi^{2,3}, K. Takahashi^{2,3}, S. Suzuki^{2,3}, A. Ogura¹, and T. Chikyow²

E-mail: ce171044@meiji.ac.jp

【背景・目的】近年、発光デバイス、パワーデバイスとして GaN デバイスが研究され、実用素子は、極性面である c 面 GaN で構成されている。c 面 GaN 発光デバイスでは、基板の大口径化、及び極性面を利用することから生じるシュタルク効果による波長 500 nm~600 nm で発光効率が悪くなるグリーンギャップの問題があることが知られている。この問題を解決するために、我々は、Si(100)基板上に MnS バッファ層を用いた無極性 AlN 及び GaN 成長を提案している[1]。これまでに、MnS バッファ層を用いた Si 基板上無極性 AlN 成長をレーザーアブレーション堆積法で実現し、現在は大面積化・コスト効率において有利であるスパッタ法での実現を目指している。スパッタ法では、MnS 層までのエピタキシャル成長は達成したが、基板の拘束力よりも AlN 層の成長安定面である極性面(c 軸)への配向が勝ることを報告した[2]。c 軸配向する原因の一つに MnS バッファ層の窒化による最表面の結合状態変化が考えられる。従来は MnS/Si (100)上に設定基板温度 700 °C での成膜を試みてきたが、高温での AlN 成膜は窒化を促進することが報告されている[3]。そこで本報告では、MnS 層の表面窒化状態の確認と窒化抑制を目的として、AlN 低温バッファ層を用いての成膜を試みた結果について報告を行う。

【実験方法】MnS 薄膜は、4° オフ Si (100)基板上に MnS 焼結ターゲットを用いた RF マグネトロンスパッタリング法で成膜した。真空度は 5.0×10^{-8} torr、成膜条件は RF パワー150 W、スパッタガス圧 2.0 Pa とした。最初の 20 nm を室温で成膜した後、設定基板温度 550 °C で 30 nm を成膜し、合計膜厚 50 nm を形成した。この条件は、結晶性・平坦性共に最も良好な条件であることを過去に報告している[4]。AlN 薄膜は、純金属 Al ターゲットを用いた反応性スパッタリング法により、MnS/4°-off Si (100)上に成膜した。最初の 5 nm を設定基板温度 300 °C もしくは 550 °C で成膜した後、45 nm を設定基板温度 700 °C で成膜した。成膜条件は、RF パワー100 W、スパッタガス圧 0.5 Pa とした。尚、AlN は MnS 成膜後、同一チャンパー内で連続成膜した。また、AlN 成膜の際には、基板-ターゲット間をグラウンドに落とし、基板-ターゲット間に生じる substrate self-bias を 0 V にする zero-bias 成膜を用いた。zero-bias 成膜は AlN の極性面成長を抑制し、無極性面成長に有利である事を過去に報告している[2]。結晶性の評価には薄膜 X 線回折法(XRD)を用いた。また、MnS 表面の結合状態を X 線光電子分光法(XPS)で解析した。

【実験結果】Fig. 1 に AlN/MnS/4°-off Si (100)の XRD 2θ-ω 測定の結果を示す。(a)は AlN 薄膜を 700 °C で 50 nm 成膜、(b), (c)は 5 nm のバッファ層を挿入しており、その成膜温度はそれぞれ 550, 300 °C となっている。(a)では、わずかに 10-10 面(m 面)の結晶化が見られるものの、c 軸配向が支配的であり、11-20 面(a 面)の結晶化は見られなかった。しかし、(b)の 550 °C のバッファ層を挿入した場合は、極性面成長が抑制され、a 面、m 面の無極性面成長が促進された。(c)の 300 °C のバッファ層を挿入した場合は、極性面成長は確認されなかった。XPS の結果から、低温化によって MnS 表面窒化が抑制されていることを確認した。以上から、高温成膜では MnS 表面の窒化及び極性面成長が促進され、低温バッファ層を挿入することにより窒化が抑制できていると考えられる。しかし、300 °C は、AlN が結晶化するのに十分な温度ではないため、低温バッファ層の膜厚依存や、MnS 表面の窒化量の影響について更なる検討が必要である。

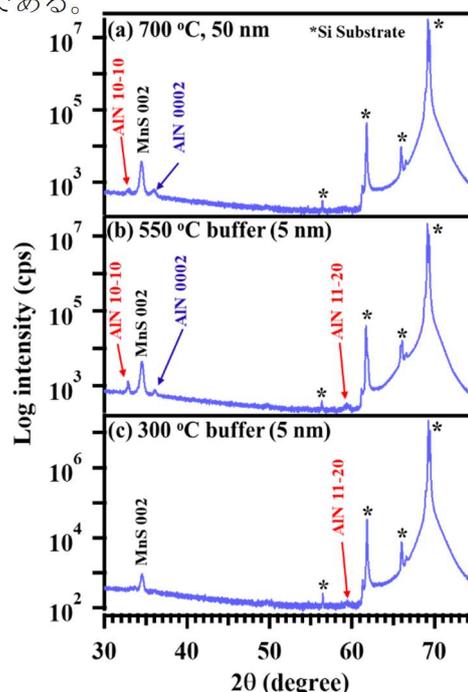


Fig. 1 XRD 2θ-ω scan of 50 nm thick AlN films (a)deposited at 700 °C, (b)(c) buffered 5 nm low temperature AlN deposited at 550 and 300 °C, respectively.

References

- [1] Jeong-Hwan Song et al., J. Appl. Phys. 41 L1291(2002).
- [2] K. Tatejima et al., Ext. Abst. MNC2018 (2018).
- [3] I. Shin et al., J. Appl. Phys.57, 060306 (2018).
- [4] K. Tatejima et al., Ext. Abst. SSDM2018 (2018).