

多層極性反転 AlN の傾斜面 KOH エッチングによる極性判定

Polarity Determination of Multilayer Polarity Inverted AlN Using Inclined-Plane KOH Etching

°林侑介¹, 中西悠太¹, 藤平哲也¹, 上杉謙次郎^{2,3}, 正直花奈子⁴, 三宅秀人^{3,4}, 酒井朗¹
(¹阪大院基礎工, ²三重大地創戦略企, ³三重大院地域イノベ, ⁴三重大院工)
°Y. Hayashi¹, Y. Nakanishi¹, T. Tohei¹, K. Uesugi^{2,3}, K. Shojiki⁴, H. Miyake^{3,4}, A. Sakai¹
(¹Grad. Sch. Eng. Sci., Osaka Univ. / ²SPORR, ³Grad. Sch. RIS, ⁴Grad. Sch. Eng., Mie Univ.)

E-mail: hayashi@ee.es.osaka-u.ac.jp

【概要】AlN は深紫外～赤外波長の広帯域で動作する波長変換材料として有望である[1]。スパッタアニール法により多層極性反転 AlN が実現されており、横モード位相整合波長変換デバイスへの応用が検討されてきた[2]。極性の判定方法として水酸化カリウム (KOH) エッチング法や透過電子顕微鏡-収束電子回折法 (TEM-CBED)・高角環状暗視野-走査型透過電子顕微鏡法 (HAADF-STEM) が一般に用いられている。前者は簡易だが膜表面の極性判定に限定され、後者は各層の極性を判定できるが断面 TEM 試料を加工する必要があった。本研究では、この中間に位置する手法として傾斜面 KOH エッチング法を提案する。集束イオンビーム (FIB) によるエッチングで*c*面から傾斜した面を形成し、KOH 処理後に走査型電子線顕微鏡 (SEM) 観察することでエッチングの有無により極性を判定できる。

【結果と考察】*c* 面サファイア基板の上に 6N Al ターゲットによりチャンバ圧力 1×10^{-1} Pa で 300 nm 厚の AlN をスパッタし、1700 °C 3 時間の対面式アニール (FFA) を施した。その上に 3N AlN ターゲットを使用してチャンバ圧力 2×10^{-1} Pa で 50 nm 厚、 5×10^{-2} Pa で 250 nm 厚の AlN をスパッタし、FFA を施した。同処理を繰り返し、4 層極性反転 AlN を作製した (Fig. 1(a))。 2×10^{-1} Pa で成膜する目的は、不純物濃度を増加させて確実に極性反転させるためである[3]。さらに試料表面に保護膜として SiO₂/Ti/Pt = 600/10/400 nm を堆積した。集束イオンビームによるエッチングで 38°の傾斜面を形成した後の (SEM) 上面像及び同位置の断面模式図を Fig. 1(b)に示す。微かだがコントラスト差のある 4 層の AlN が積層していることがわかる。続いて、48% KOH 水溶液に室温で 60 秒間浸漬した後の SEM 上面像及び同位置の断面模式図を Fig. 1(c)に示す。4 層のうち基板側から第 1、3 層はエッチングが進み 60°および 63°の斜面を形成していた。これらの角度は(1-10-1)の 61.6°に一致することから、エッチングが(1-10-1)で停止したと考えられる。一方で第 2、4 層はエッチングが進まず 38°斜面を維持していた。したがって第 1、3 層は N 極性、第 2、4 層は Al 極性と判定できる。各層の膜厚は第 1 層から順に 379 nm、320 nm、391 nm、284 nm と測長できた。これらの膜厚は Al および AlN ターゲットによる設計膜厚と概ね一致する。N 極性層が Al 極性層よりも厚いのは、AlN ターゲット成膜で数十 nm 厚の N 極性層が堆積されてから Al 極性に極性反転したためだと考えられる。以上の結果から、提案手法は多層極性反転 AlN の極性判定に利用できることが示された。

【参考文献】 [1] A. Bruch, *et al.*, APL **113**, 131102 (2018), [2] K. Shojiki *et al.*, JCG **574**, 126309 (2021), [3] K. Uesugi *et al.*, Coating **11**, 956 (2021).

【謝辞】本研究の一部は、文部科学省「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」、JSPS 科研費(16H06415, 16H06423, 19K15045)の支援により行われた。

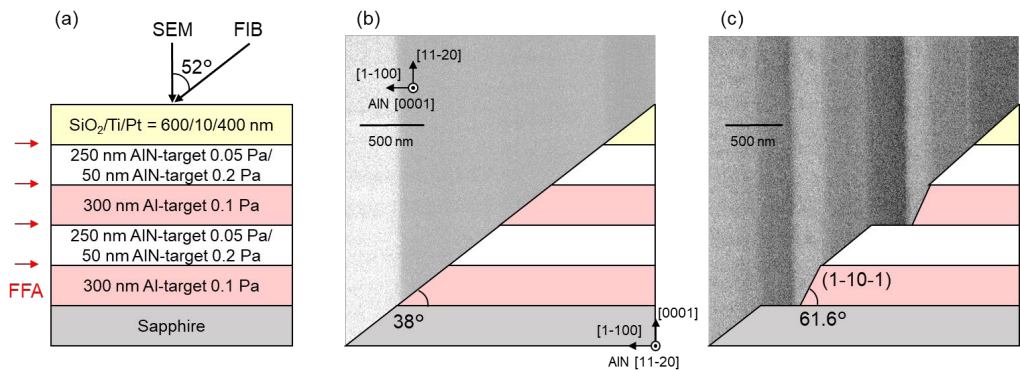


Fig. 1. (a) Schematic diagram of fabricated multilayer polarity inverted AlN, SEM images and schematic diagrams of inclined planes (b) before and (c) after KOH treatment.