

金属 Al ターゲットを用いてスパッタ堆積したアニール AlN の極性制御 Polarity Control of Annealed Sputtered AlN Using an Al Metal Target

三重大 地域イノベ¹, 地創戦略企², 院工³

○(M1)橋本卓実¹, 正直花奈子³, 上杉謙次郎^{1,2}, 肖世玉², 窪谷茂幸², 三宅秀人^{1,3}

Grad. Sch. of RIS.¹, SPORR², Grad. Sch. of Eng.³, Mie Univ.

○Takumi Hashimoto¹, Kanako Shojiki³, Kenjiro Uesugi^{1,2},

Shiyu Xiao², Shigeyuki Kuboya², Hideto Miyake^{1,3}

E-mail: miyake@elec.mie-u.ac.jp

AlN はウルツ鉱型構造をとり、*c* 軸方向に対称性を持たないことから Al 極性(0001)と N 極性(000 $\bar{1}$)面を持つ。我々は、純度 3N の焼結体 AlN ターゲット (AlN-tgt.) を用いたスパッタ法と face-to-face アニール法 (FFA) を組み合わせることで低転位密度の Al 極性 AlN (FFA Sp-AlN) を作製する方法を報告してきた^[1,2]。また、純度 6N の金属 Al をターゲット (Al-tgt.) に用いて AlN を成膜することで、N 極性 FFA Sp-AlN が得られることも報告した^[3]。本研究では、光デバイスで主に用いられる Al 極性 AlN を低コストな Al-tgt.を用いたスパッタ法 AlN で得ることを目的に、AlN-tgt. と Al-tgt.の積層を用いてアニール後の AlN の極性に与える影響を調べた。

0.2°オフの*c*面サファイア基板上にRFスパッタ法を用いて異なるターゲットでスパッタ AlN層を積層後にFFAを行った。この際、Table Iに示すように総膜厚が300 nmとなるように、下層をAlN-tgt.を用いたスパッタ AlN層、上層をAl-tgt.を用いたスパッタ AlN層として、各層の膜厚を変化させた。結果、Table Iに示す通り、AlN-tgt.を用いたスパッタ AlN層膜厚を約10 nm以上とした場合、Al極性FFA Sp-AlNが得られることがわかった。AlN-tgt.を用いたスパッタ AlN と Al-tgt.を用いたスパッタ AlNを共に層膜厚を150 nmとしてアニールによって得たAl極性FFA Sp-AlN (Table Iの赤枠条件) 上に有機金属気相成長 (MOVPE) 法でAlNを500 nm成長させた試料(Fig.1 (a))の断面走査透過型顕微鏡像 (STEM) をFig. 1(b-e)に示す。Fig. 1(b)に示す通り、AlN/サファイア界面の約20 nmに極性反転界面が観察された。Fig. 1(c)に示す格子像より、極性反転界面を介してN極性からAl極性に反転していることがわかる。この極性反転は、150 nmのAlN-tgt.によるスパッタ AlN層により酸素濃度が閾値を超え、AlN-tgt.のみを用いて成膜した場合と同様にAl_xO_yN_zを形成してN極性AlNがAl極性AlNに極性反転^[2]したことによると考えられる。Al-tgt.で成膜されたスパッタ AlN層、およびMOVPE法によって成膜されたAlN層でも下地の極性を維持してAl極性AlNであった (Fig.1(d,e))。また、Fig. 1(f)に示すAFM像より、MOVPE成長後の表面は、らせん成分の転位を含まない直線的な原子層ステップ&テラス構造であった。

Table I Polarity of FFA Sp-AlN.

AlN tgt. (nm)	Al tgt. (nm)	Polarity of FFA Sp-AlN
0	300	N
5	295	N
10	290	Al
150	150	Al
300	0	Al

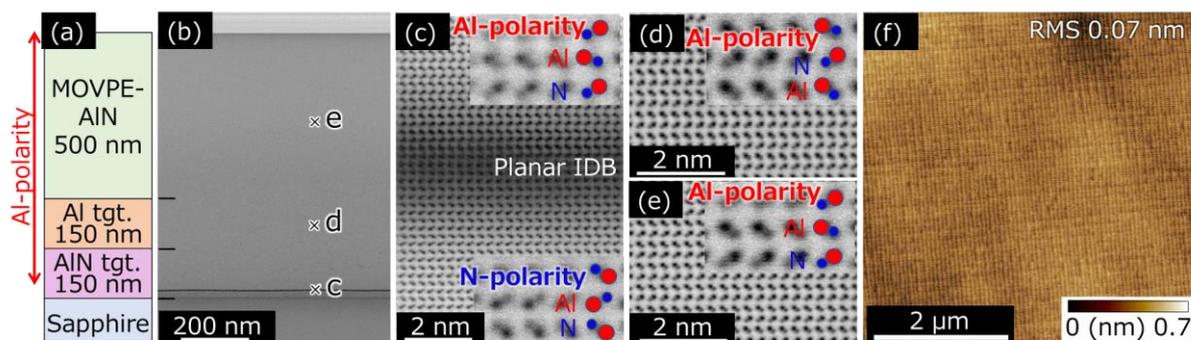


Fig. 1 (a) Sample structure and (b) STEM-bright field (BF) image. Magnified STEM annular bright-field (ABF) image with filtered observed in the location marked in (c) c, (d) d, and (e) e. (f) $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ AFM image.

[1] H. Miyake *et al.*, JCG **456**, 155 (2016). [2] S.Xiao *et al.*, JCG **502**, 41 (2018).

[3] K. Shojiki *et al.*, JCG **574**, 126309 (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(19K15025、21K04903、21K14545)、JST CREST(16815710)、JST aXis (JPMJAS2011)、JST FOREST (JPMJFR2031)、GaN Consortium および NEDO 先導研究の支援により行われた。