

高温 AlN-HVPE における系内酸素が Si ドープ量に与える影響

Influence of Ambient Oxygen on Si Incorporation during High Temperature HVPE of AlN

東京農工大院工¹, 株式会社トクヤマ², 東京農工大 GIR³, HexaTech, Inc.⁴,

ノースカロライナ州立大⁵, リンチョーピン大⁶

○小西 敬太¹, 山本 玲緒^{1,2}, 富樫 理恵^{1,3}, 永島 徹², 木下 亨², Rafael Dalmau⁴,

Raoul Schlessner⁴, 村上 尚^{1,3}, Ramón Collazo⁵, Bo Monemar^{3,6}, Zlatko Sitar⁵, 熊谷 義直^{1,3}

Tokyo Univ. of Agri. & Tech.¹, Tokuyama Corporation², TUAT GIR³, HexaTech, Inc.⁴,

NC State Univ.⁵, Linköping Univ.⁶

○Keita Konishi¹, Reo Yamamoto^{1,2}, Rie Togashi^{1,3}, Toru Nagashima², Toru Kinoshita²,

Rafael Dalmau⁴, Raoul Schlessner⁴, Hisashi Murakami^{1,3}, Ramón Collazo⁵, Bo Monemar^{3,6},

Zlatko Sitar⁵, and Yoshinao Kumagai^{1,3}

E-mail: keitakonishi@go.tuat.ac.jp

我々は、高温ハイドライド気相成長(HVPE)法を用いて高純度且つ低転位密度($<10^4 \text{ cm}^{-2}$)の AlN 厚膜の高速成長を実現し、実用レベルのバルク AlN 基板量産を達成している[1]。今回は、導電性 AlN 基板の作製を目的として、Si ドープ AlN の HVPE 成長を検討したところ、用いた基板の違いに起因する系内酸素量の差によって、Si 取込量が大きく異なることを見出したので報告する。

三塩化アルミニウム(AlCl_3)とアンモニア(NH_3)を原料ガス、水素窒素混合ガス($F^0=\text{H}_2/(\text{H}_2+\text{N}_2)=0.7$)をキャリアガスとして用いる HVPE 装置を使用し、成長温度 1450°C 、 AlCl_3 供給分圧 $5 \times 10^{-4} \text{ atm}$ 、V/III 供給比 4 で AlN 成長を行った。Si ドーピングは、液体バブラーに充填した四塩化ケイ素(SiCl_4)を窒素ガスで輸送し実施した。ドーピング量は、 AlCl_3 と SiCl_4 の供給分圧比 $[R_{\text{Si}}=P^0_{\text{SiCl}_4}/(P^0_{\text{AlCl}_3}+P^0_{\text{SiCl}_4})]$ で制御した。基板として、c 面サファイア基板上に有機金属気相成長法により AlN 薄膜を成長したテンプレートと、物理気相輸送(PVT)成長法により作製した Al 極性 AlN バルク基板の 2 種類を用いた。

それぞれの基板上で異なる R_{Si} で成長した AlN 膜中の Si と酸素(O)の SIMS 不純物濃度を図 1 に示す。O 不純物について比較すると、テンプレート基板上では、PVT-AlN 基板上と比べて一桁程度高い濃度であった。これは、AlN の成長温度(1450°C)において、サファイア基板がキャリアガス中の H_2 により分解されるためと考えられる[2]。次に、Si 不純物について注目すると、テンプレート基板上の AlN 膜中において Si ドープ量は、 $2 \times 10^{19} \sim 1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の範囲において Si 取込率 1.7% で制御できているが、それ以下の濃度範囲では Si 取込率が減少する。一方、PVT-AlN 基板上の AlN 膜では、 $6 \times 10^{18} \sim 7 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ の範囲において Si 取込率 2.0% で Si ドープ量制御できることが分かった。テンプレート基板上で低 R_{Si} 時の Si 取込率の減少は、Si と O 不純物により SiO ガスが生成されるためであると考えられる。また、それぞれの Si ドープ AlN 膜表面を比較すると、テンプレート基板上では AlN 膜中の転位密度が高い(10^9 cm^{-2} 台)ため、SiN ナノマスク効果により表面に凹凸が発生するが、PVT-AlN 基板上の AlN 膜は低転位密度であるため鏡面膜が得られた。以上のことから、Si ドープ AlN の高温厚膜成長には、PVT-AlN 基板が適している。AlN 膜の光学測定と電子輸送特性の結果は本発表にて行う。

本研究の一部は科研費基盤研究(B)No.15H03555 の援助を受けた。

[1] Y. Kumagai *et al.*, Appl. Phys. Express, **5**, 055504 (2012).

[2] Y. Kumagai *et al.*, J. Cryst. Growth, **350**, 60 (2012).

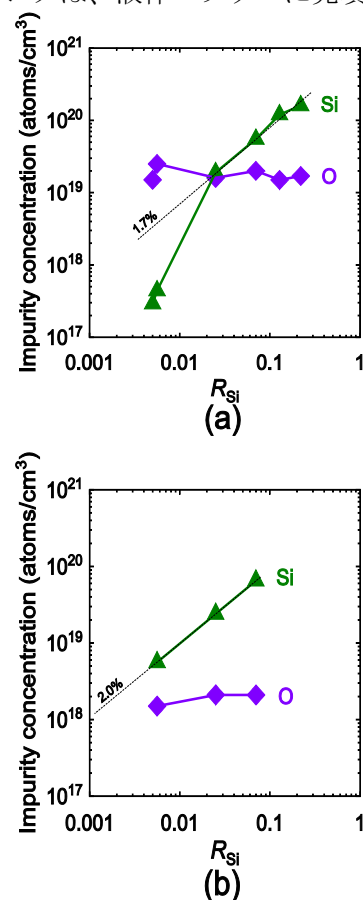


Fig. 1 Impurity concentrations of Si and O as a function of R_{Si} in AlN growth at 1450°C by HVPE: on AlN/sapphire (0001) template (a) and on PVT-AlN (0001) substrate (b).