

Ⅲ-Cl・Ⅲ-Cl₃ 混在ハライド気相成長によるⅢ族窒化物特異構造の形成 Introduction of Singular Structure of Group-III Nitrides by HVPE Using a Mixed System of III-Cl and III-Cl₃

○熊谷 義直¹、富樫 理恵¹、ティユ クァン トウ²、村上 尚¹、Bo Monemar^{2,3}、瀬瀬 明伯¹

(1.東京農工大院工、2.東京農工大 GIRO、3. Linköping University)

°Y. Kumagai¹, R. Togashi¹, Q.-T. Thieu², H. Murakami¹, B. Monemar^{2,3}, and A. Koukitu¹

(1. Tokyo Univ. of Agri. & Tech., 2. TUAT GIRO, 3. Linköping University)

E-mail: 4470kuma@cc.tuat.ac.jp

Ⅲ族塩化物分子種の生成制御技術の確立によりハライド（ハイドライド）気相成長（HVPE）法で成長できるⅢ族窒化物結晶の種類が増え、さらに使用する分子種による成長様式の違い等の知見が得られるようになった。本発表では、これらの結果を熱力学平衡論と成長実験の両面からまとめ、さらにⅢ族塩化物分子種の混在成長系の構築による特異構造の導入とその利用について提案する。

Fig. 1 に一塩化物（III-Cl）および三塩化物（III-Cl₃）とアンモニアを用いたⅢ族窒化物（AlN, GaN, InN）のHVPE 成長反応の平衡定数の成長温度依存性を示す。平衡定数の大きさから AlN は AlCl と AlCl₃ のどちらを用いても高速成長が可能、InN は InCl を用いた場合には成長が難しいことが示唆される。一方、GaN では GaCl と GaCl₃ のどちらを用いても成長が可能だが、平衡定数の大小が 900°C 付近で反転し、GaCl を用いる従来の HVPE と比べて GaCl₃ を用いる HVPE の方が高温成長に適することが示唆される。実際、我々は炉内原料部の反応条件制御で選択的に生成した AlCl₃, InCl₃ 分子を用いた AlN, InN の HVPE 成長を報告している^{1,2}。また、GaN については GaCl または GaCl₃ を用いた GaN 成長を同一の成長炉で試み、GaCl₃ を用いた場合には GaCl を用いた場合よりも成長可能温度域が高温側へ拡がり、かつ成長速度が大幅に増加することを確認している³。

GaCl₃ を原料とする GaN 成長で得られた興味深い結果に、無極性の c 面サファイア基板表面に 800°C 付近で成長を行うと選択的に N 極性面が成長するという結果がある。これは GaCl を用いた場合に Ga 極性面が成長するという結果とは逆の結果であった⁴。この結果を基に我々は、GaCl と GaCl₃ を任意の比で混在可能な成長系の構築による極性混在面（二次元特異構造）の導入と、引き続き GaCl₃ を用いる超高温成長による N 極性領域選択成長による三次元特異構造の形成・利用を提案している。

1) Y. Kumagai *et al.*, APEX 5 (2012) 055504, 2) Y. Kumagai *et al.*, PSS C 7 (2010) 2022, 3) T. Yamane *et al.*, PSS C 8 (2011) 1471, 4) T. Hirasaki *et al.*, JJAP 53 (2014) 05FL02.

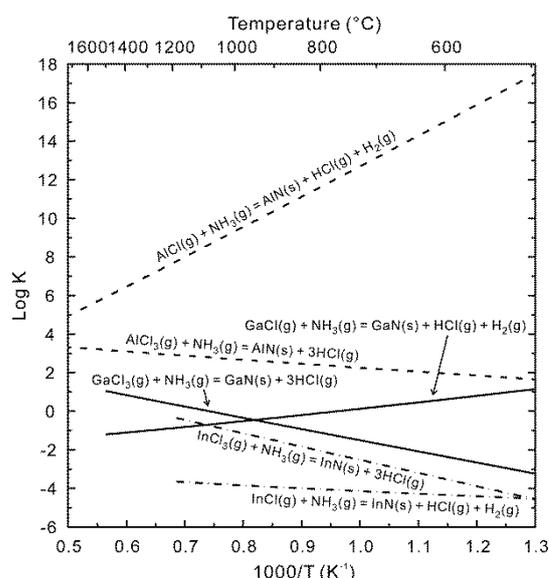


Fig. 1. Temperature dependence of equilibrium constants K' for growth reactions of AlN, GaN and InN using mono- or tri-chloride of group III metals.