

1-4

窒化物半導体デバイス用AlN基板の作製 Fabrication of AlN substrate for nitride devices

三重大学 大学院工学研究科
電気電子工学専攻
准教授 三宅 秀人



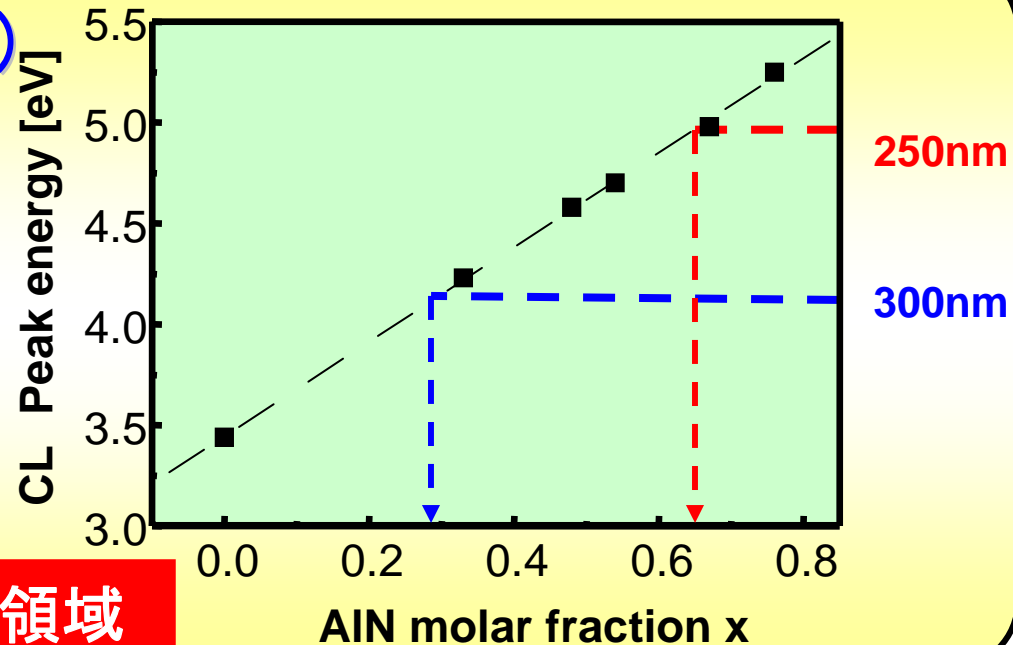
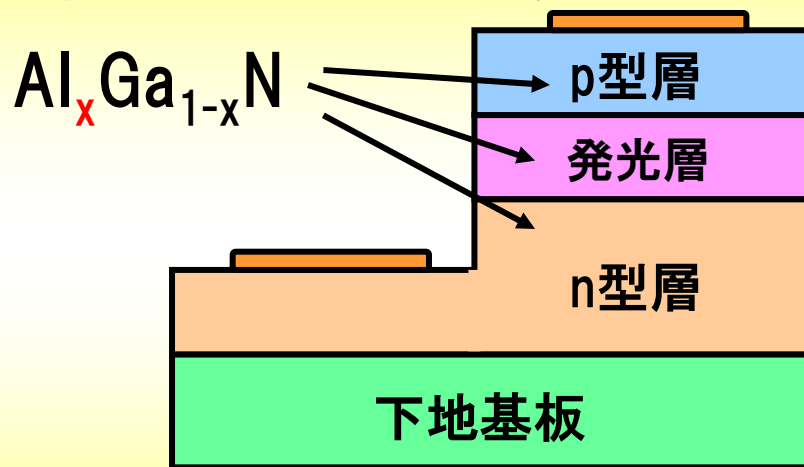
概要

本発明は、ハイドライド気相成長法(HVPE法)により、結晶品質のよいAIN厚膜を形成することができ、かつ長寿命化を図られたAIN系III族窒化物結晶の作製装置を提供することを目的とする。

基板加熱を赤外線ランプを用いることで、反応管として石英を用いて1200°C以上でのAIN成長を可能にし、結晶品質の高いAIN膜を得ることができる。

なぜ、AlN基板の研究を行うのか

深紫外光デバイス($\lambda < 300\text{nm}$)



固体光源としては、未開拓の領域

AlN単結晶 ・深紫外材料であるAlGa_xNとの格子ミスマッチが小さい

- ・バンドギャップが6.2eVと大きく210nm以上の波長は透過する
- ・熱伝導度が、サファイア、GaN基板より優れている
- ・原料コストが安くなる可能性が大きい

研究背景 結晶成長法

窒素の平衡蒸気圧が高く液相成長が困難

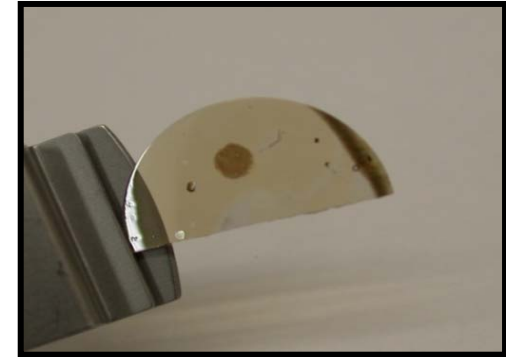


バルク単結晶作製法は
確立していない

昇華法

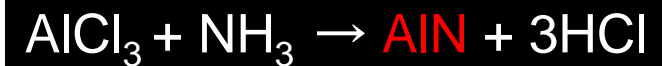
AlN粉末を昇華させる成長法

- ・成長速度が速い
- ・不純物混入が多く、着色する
- ・品質と大口径化の両立が課題である



狐班の基板

HVPE法



- ・不純物混入が少なく無色透明である
- ・大口径化が可能である
- ・成長速度は約数十 $\mu\text{m}/\text{h}$ である

Y.Kumagai *et al* : J. Cryst. Growth **281** (2005) 62.

Y.Katagiri *et al* : J. Cryst. Growth **311** (2009) 2831.

従来技術とその問題点

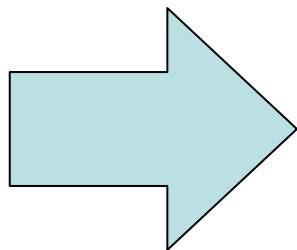
HVPE法を用いてAIN系のIII族窒化物結晶の厚膜成長を行う場合、基板を1200°C以上の高温に加熱することが必要となる。

しかしながら、HVPE法の反応管として通常使用される石英管を用い、石英管の外周から抵抗加熱などにより加熱する方法では、1200°C以上では石英管の劣化を引き起こす。

本発明は、加熱方式を赤外線ランプにすることで1200°C以上での成長を可能にする。

新技術の特徴と具体的な用途

- ・ ガス雰囲気制御を必要とする装置における1200°C以上での加熱
- ・ ハロゲン化物など金属の反応管を用いることが困難な原料ガスを用いる熱処理や合成装置
- ・ 高純度ガスを原料とする高温の熱処理や合成装置



窒化アルミニウム (AlN) 基板作製装置

窒化アルミニウム (AlN) 基板の作製


窒化物の高温熱処理装置

高品質基板の開発

深紫外LED、高出力・高周波トランジスタ用透明高熱伝導AlN・AlGaN基板の作製技術開発

HVPE法によるAlN厚膜作製とひずみ制御技術の開発

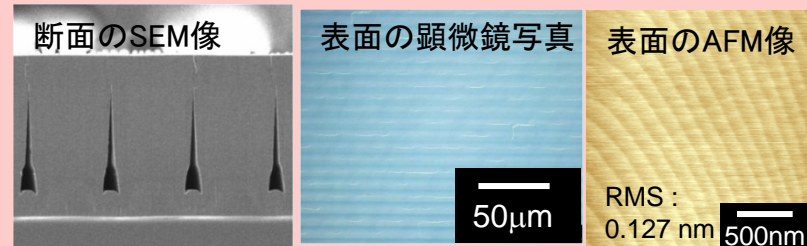
表面の顕微鏡写真



AlN
Sapphire

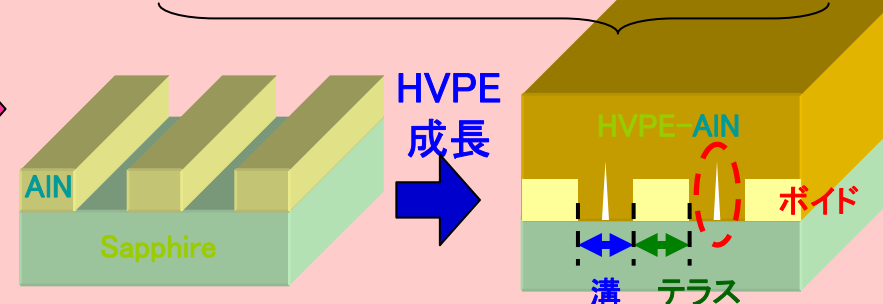
サファイア上AlN厚膜ではクラックが発生

断面のSEM像 表面の顕微鏡写真 表面のAFM像



50μm RMS: 0.127 nm 500nm

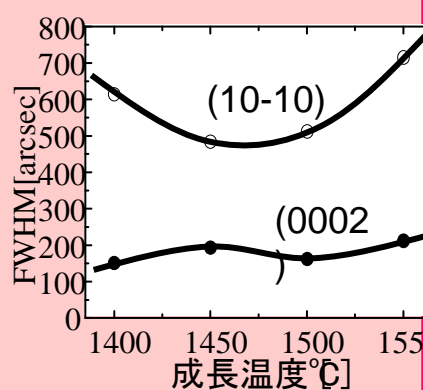
HVPE成長



AlN HVPE-AlN ポイド 溝 テラス

周期溝構造を作製した基板により、引っ張り応力緩和によるクラックの抑制とポイド上横方向成長による貫通転位密度の低減を実現

FWHM [arcsec]



(10-10)

(0002)

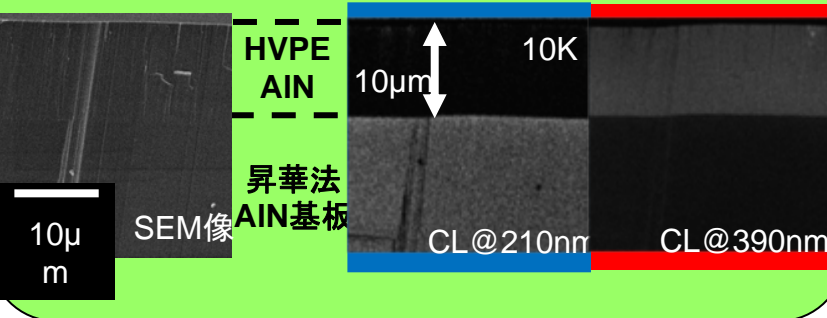
成長温度 [°C]

1450~1500°Cで結晶性が良好

低欠陥・低不純物・高速成長

	結晶性	不純物
サファイア上AlN	△	◎
昇華法成長AlN	○	×

昇華法AlN基板上へのHVPE法AlNホモ成長



10μm 10K CL@210nm CL@390nm

HVPE AlN

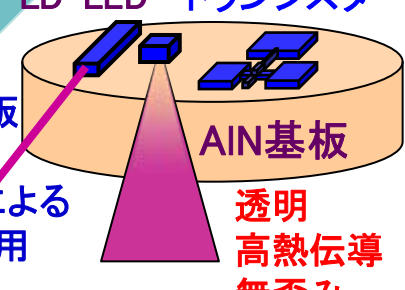
昇華法 AlN基板

実用化された成果の形態

今後の進め方

- 2インチ基板の作製
- 連携研究によるデバイス応用

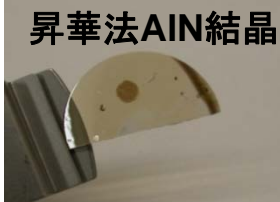
深紫外 LD・LED 高出力・高周波 トランジスタ



AlN基板

透明 高熱伝導 無歪み

昇華法AlN結晶



高い結晶性

企業への期待

- 窒化物半導体や半導体プロセスについての技術相談からスタートしたい。
- 1500°C以上の熱処理技術の技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- 窒化物半導体を開発、紫外光源分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権

発明の名称	<u>III族窒化物結晶の作製装置および III族窒化物結晶の作製方法</u>
出願番号	<u>特願2005-245580</u>
公開番号	<u>特開2007-059772</u>
登録番号	<u>特許4872075</u>
発明者	<u>平松和政、三宅秀人</u>
出願人	<u>国立大学法人三重大学</u>

お問い合わせ先

**国立大学法人三重大学
社会連携研究センター 知的財産統括室**

TEL: 059-231-5495

FAX: 059-231-9743

E-mail: chizai-mip@crc.mie-u.ac.jp