

GaN系半導体デバイスの技術開発課題とその新しい応用の展望 (Vol.2) GaN結晶と基板製造コスト

GaN系半導体デバイスとしてレーザー・高輝度LED・パワー半導体が関心を集め研究対象となっている。これらはGaN基板を必要とする場合が多いが、GaN単結晶の製造が技術的に困難なため、GaN基板は極めて高価で、GaN基板を利用したデバイスの実用化を阻んでいる。

概観

- ・ GaNは常圧では融点を持たずに分解する化合物であるため、常圧での液相が存在しない。このために通常の結晶成長で用いられる融液中成長法が利用できない。
- ・ GaN単結晶の代表的な製造方法として、CVDプロセスを利用する気相成長法（HVPE法、Hydride Vapor Phase Epitaxy）法、超臨界アンモニアを利用するアモノサーマル法、Na融液を利用するNaフラックス法をとりあげ、現状技術レベル、実用化に至る課題、課題を克服した場合の将来コストなどについて検討した。



図 HVPE装置写真（沖電気HPから）

政策立案のための提案

- 1) 将来的な単結晶製造コストは、HVPE法で48万円/kg、アモノサーマル法で71万円/kg、フラックス法で30万円/kgと推定される。6インチ基板の試算からどの方法を用いても目標：1インチ1万円をクリアする可能性有。
- 2) 目標到達のため、基礎研究レベルでは、共通の課題としてGaN結晶成長時約60度の角度で角錐型に結晶が成長して面積が減少し、必要結晶面積が確保できない傾向（晶癖）が強く、結晶高さが得られにくい点があげられる。種結晶と成長させるGaN結晶の格子間隔のずれ（不純物などによる）から生じる結晶の反りも大きな結晶が得られない問題。個別技術ではHVPE法では欠陥密度の低減と良好な基板の確保、アモノサーマル法では成長速度向上と不純物（特に酸素）の低減、フラックス法ではNaインクルージョンの防止などが課題。
- 3) 量産化技術の観点では、HVPE法は原料ガスの製品転換率の向上、アモノサーマル法は700℃・1000気圧の反応条件を安全に達成する大型反応設備の製作可能性、フラックス法では空気と接触すると発火する溶融Naを数tの規模で、常に安全に取り扱える設備、技術の確立（Naが漏れない設備、漏れた場合の対応設備等）が課題。
- 4) 3方法の長所を生かす試みとして例えばアモノサーマル法やフラックス法で製造した結晶性の高い基板上に高速かつ高純度な成長が可能なHVPE法で結晶成長させる方法等のアイデアが出されているが、今後の検討項目。