



窒素プラズマの点滅を確実にする 新技術 ラジカルビーム法

創造工学部 創造工学科 教授 小柴 俊

研究シーズの概要

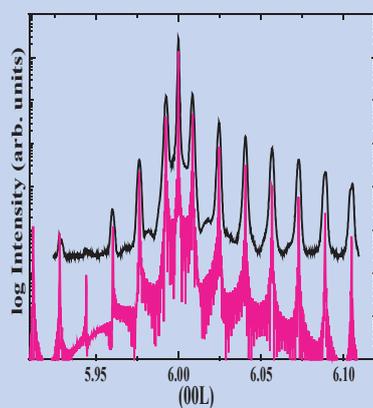
通信用発光素子や高温・高パワー素子などへの応用が期待されている窒化物系化合物半導体ナノ構造は、従来の技術では窒素ラジカル源の制御性が不十分で、ナノ単位の窒素組成の精密な制御は困難でした。従って窒化物ナノ構造の持つポテンシャルを十分に生かされませんでした。

これに対して窒素ガスの流量、RFパワー、線源シャッターをコンピュータを用いて統一的に制御することで窒素プラズマの発生を高速でかつ精密に制御する技術が「変調窒素ラジカルビーム法による窒化物半導体ヘテロ・ナノ界面の急峻化技術」です。

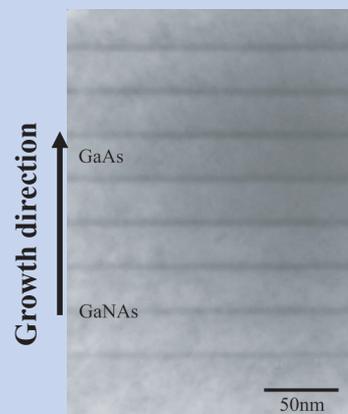
研究シーズは分子線エビタキシー（MBE）装置を用いて化合物半導体のナノ構造を作製する技術およびその原子配列の評価、光学的・電気的特性の評価を行う技術です。この研究の成果としての新技術「変調ラジカルビーム法」によって、窒素ラジカルの発生を促すプラズマの点火を数原子層が積層する同程度の時間帯に確実にに行えるようになり、原子層単位での窒素の組成を高精度に制御できるようになり窒素化合物半導体などラジカルソースを用いた「ナノ寸法デバイス」の実現が可能になりました。

具体的には窒素ガスのラジカル化を手動から自動にすることを研究方針に掲げ、再現性を高める、制御性を高める、確実な点火を目指した研究を進めることにより精密な窒素組成制御を実現しました。この結果、繰り返しGaNA_sを成長させる超格子構造を作製し、その構造をX線超格子反射測定や電子顕微鏡写真などで確認するとともに、光吸収特性、PL発光特性なども評価し、良好な特性が得られることを確認しました。

変調制御法によるヘテロ・ナノ構造



X線超格子反射測定



電子顕微鏡写真

【利用が見込まれる分野】 半導体産業、電子部品・デバイス産業、ファインセラミックス産業

研究者プロフィール

小柴 俊 / コシバ シュン



メールアドレス koshiba.shun@kagawa-u.ac.jp
 所属学部等 創造工学部 創造工学科 材料物質科学コース
 職 位 教授
 学 位 工学博士
 研究キーワード ナノ、ラジカルビーム、MBE、化合物半導体、ヘテロ・ナノ構造

問い合わせ番号：EN-07-002

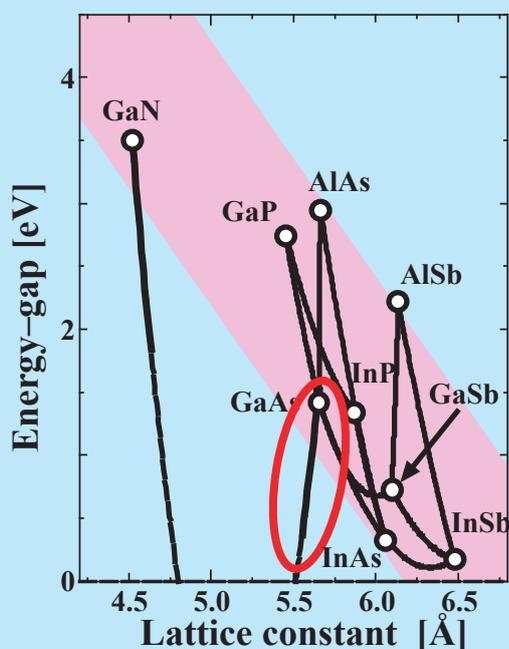
本研究に関するお問い合わせは、香川大学産学連携・知的財産センターまで
 直通電話番号：087-832-1672 メールアドレス：ccip-c@kagawa-u.ac.jp

半導体、薄膜デバイス産業に新局面も

本技術の特徴は、従来技術の問題点であった窒素プラズマを高速で、かつ高精度でON-OFFさせる技術が可能にしたことです。この技術の確立により、窒化物層での高精度の窒素組成の制御と非窒化物層への窒素の混入を排除することが実現でき、界面が急峻で、かつ窒化物層の窒素濃度を原子層レベルで制御することが可能となり高性能の窒化物系化合物半導体を作製できるようになりました。

今後、実用化に向けて窒素プラズマのON-OFF制御のさらなる高精度化、ON時のガス流量、高周波パワーの最適化や外のプラズマ種への適用等の研究を行っていきます。

本技術は、窒化物系の化合物半導体において原子層レベルで精密に制御して積層することで窒化物半導体ヘテロ・ナノ構造を有する全く新しい電子デバイスを実現できるだけでなく、窒素以外のプラズマ種を用いることで窒化物シリコン超薄膜への応用等、半導体分野、機能性セラミック薄膜分野、ナノテクノロジー等、様々な分野への応用が期待されます。



GaNAs, GalnNAs :

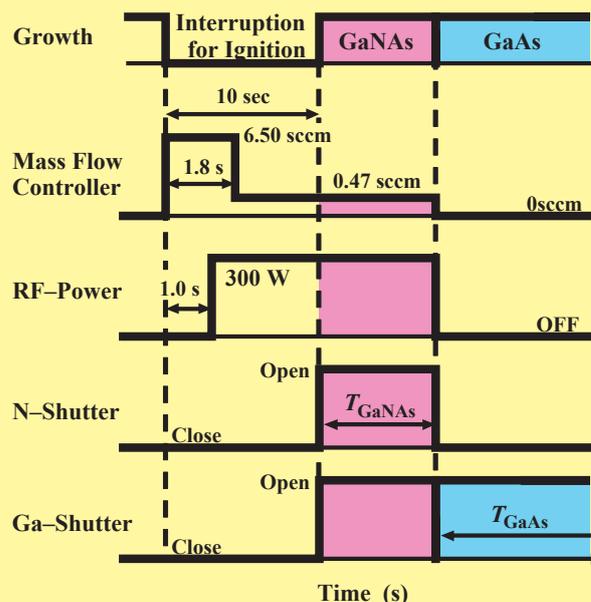
長波長域の発光デバイス材料
室温で安定性の高いデバイス

N組成が1%変化すると
GaNAsの発光波長の変化: 140meV



N組成の精密な制御が必要

Nラジカル自動化シーケンス



窒素ラジカル
変調制御法

繰り返し100回
プラズマ点火を確認

Interruption for Ignition
→ プラズマ点火時間