

Dynamic process and control of the buffer layer at the interface in a highly-mismatched system

格子不整合の極めて大きい系における 界面緩衝層の動的過程と制御

プロジェクトリーダー 赤 崎 勇

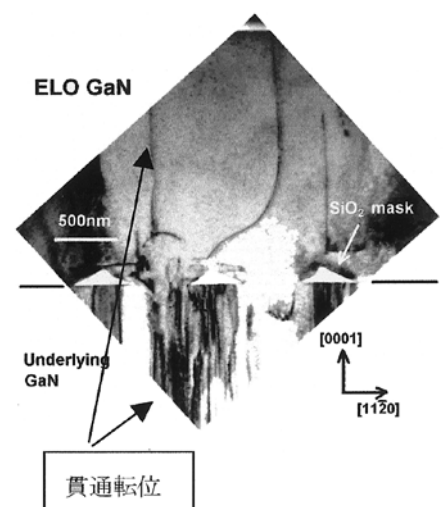
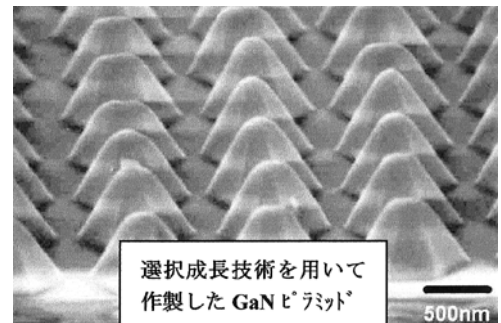
名城大学 理工学部 教授



1. 研究の目的

新世紀に向けて化石燃料の枯渇や地球温暖化、オゾン層破壊による紫外線量の増大など様々な問題が指摘されています。これら地球規模でのエネルギー・環境問題に対し、産業界のみならず、様々な研究・学問分野においても対応が求められております。エレクトロニクスも例外ではありません。エレクトロニクスでは、従来主に Si や GaAs などの半導体材料を母材として、極めて高純度高品質の結晶に精密加工を施した素子やシステムを縦系に、高度なソフトウェアを横系にして、現代の高度情報化社会を支えているのは衆知の通りです。しかしながらそれだけで問題が解決されるわけではありません。マイクロ波による長距離大電力輸送、環境負荷物質及び紫外線量のモニタリング、半永久寿命照明及びディスプレイ、超高密度情報記録及び超大容量高速伝送、などといったエネルギー・環境問題に対応する“新しいエレクトロニクス”を開拓するには、新材料の開発が必要不可欠です。

一般に、エレクトロニクス材料である半導体の特性は欠陥に極めて敏感なため、基板上に結晶を作製する場合も、基板と成長層の格子間隔や物性が同じでなければならないという大きな制約を従来は受けておりました。もし、この制約にとらわれず、任意の基板上に新材料の育成が可能になれば、新技術の開発にとって極めて大きな力になることは言うまでもありません。本研究では、“格子不整合の極めて大きい系”のヘテロエピタキシャル成長機構及び欠陥の生成機構を原子レベルで動的に捉えて解明することにより、任意の基板上への所望の新材料育成のための諸条件を把握し、上記問題を解決するための指針を見出そうと考えております。これはまた、新しい学問分野を拓くことにもつながります。



2. 研究の内容

III 族窒化物半導体は、格子不整合の極めて大きい基板（サファイア）上へのヘテロエピタキシーにより、青色発光ダイオードやレーザーダイオードが実現した、エレクトロニクスでは、まれな存在です。本研究では、その成功のキーテクノロジーである界面緩衝層の構造及びIII 族窒化物半導体の成長過程を原子レベルで動的に捉え、更にIII 族窒化物同士のヘテロ接合構造形成の動的過程を調べます。以下、個別項目ごとに方法及び目標を示します。

（1）界面緩衝層の構造とその上の成長最表面の原子配列、組成および結晶成長機構

"その場分光エリプソメトリ"及び成長中の全反射特性X線解析により、表面再配列構造及び表面組成を調べることにより、気相-固相の間に存在するといわれている表面相と成長との関係について明らかにします。

（2）格子不整合が大きい系における成長表面の原子配列および結晶成長機構

放射光を用いたX線CTR信号を解析することにより、最表面原子の同定、成長極性、表面の原子配列、及び表面平坦性を原子レベルで調べます。最終的には成長中のCTR信号を測定して、表面の成長過程を原子レベルで動的に明らかにします。

（3）固相成長の機構と役割

高温サンプルステージを持つTEM装置を用いて、低温堆積緩衝層の結晶化及び原子再配列の過程を調べ、格子不整合の緩和過程を原子レベルで動的に捉えます。

（4）結晶欠陥発生の動的過程及びヘテロ接合界面の動的欠陥観察

高温TEM装置と昇華型成長装置をドッキングさせ、結晶の成長過程をTEMで捉え、低温堆積緩衝層での結晶転位の発生、及びヘテロ接合部での転位の挙動を動的に調べます。

（5）低次元構造形成機構とその制御法

選択成長における転位の抑制機構を解明します。また、この技術を用いて量子ドットなどの低次元構造の作製に挑みます。

3. 研究の体制

期間：1996年10月～2001年3月

構成：プロジェクトリーダー1名、コアメンバー3名、研究協力者10名（内日本学術振興会研究員4名）で構成されています。この他、下記の研究室に属する学部生及び大学院学生が多数この研究に参加しております。

実施場所：この研究の主拠点は名城大学ですが、他大学との協力形式でプロジェクトを進めています。名城大学赤崎研究室、名古屋大学竹田研究室、三重大学平松研究室、帝京科学大学高橋研究室、九州大学桑野研究室、がそれぞれ密接な連絡を取って、プロジェクトを進めております

