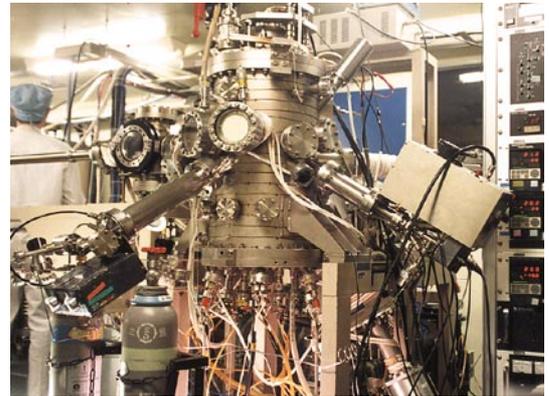
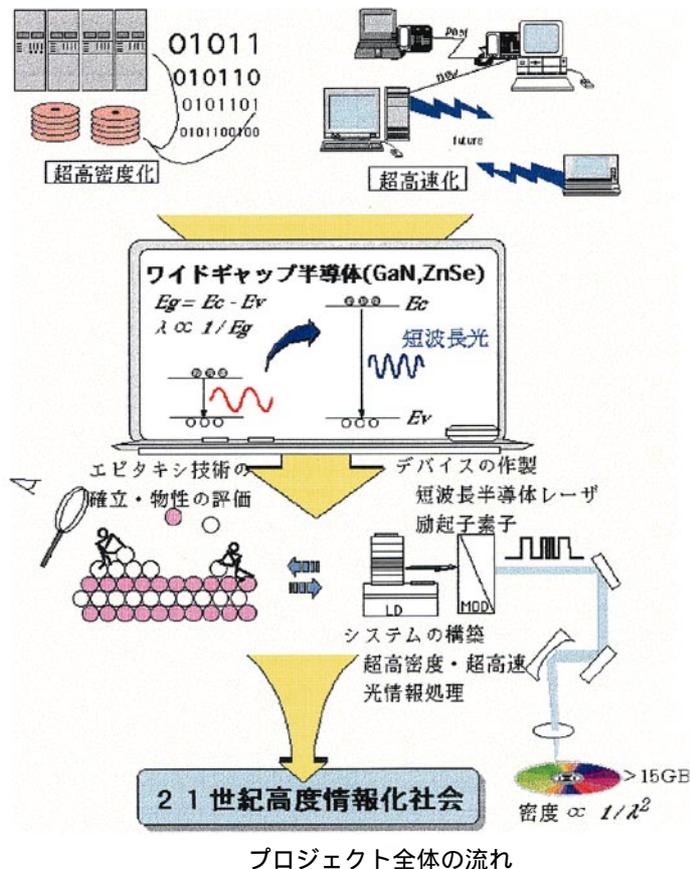


Research on Short-Wavelength Semiconductor Optoelectronic Devices for Ultra High-Density and Ultra High-Speed Information Processing 超高密度・超高速情報処理用 短波長半導体光デバイスの研究開発



プロジェクトリーダー 高橋 清
帝京科学大学 理工学部 教授



主要設備の1つである薄膜成長装置です。本装置により全世界において最高品質のGaN結晶を得ています。

1. 研究の目的

21世紀に向けての情報化社会には、情報処理を超高密度化・超高速化する事が要求されています。それには現在の半導体レーザーを用いた光情報処理において、半導体レーザーを青色から紫外域まで短波長化する必要があります。更に画像情報処理のためには、高性能青色発光デバイスの実現が焦眉的となっています。そのため発光デバイスの短波長化の研究開発が世界各国でののぎをけずって進められています。

本研究は、この分野で世界をリードしている短波長領域の半導体レーザーや、超高速光変調・検出器などを含めた短波長デバイスの研究開発を行い、それを用いた高度情報処理システムを確立し、21世紀へ向けての高度情報化社会に資することを目的としています。また、半導体物性・光デバイス分野での基盤的学術研究の推進とマルチメディアを中心とした高度情報化社会を支える基盤技術の創出とこれによる産業・経済の発展・振興に寄与することも目的としています。

2. 研究の内容

短波長半導体光デバイス用の材料として窒化ガリウム (GaN) やセレン化亜鉛 (ZnSe) に代表される III-V 族窒化物半導体およびワイドギャップ II-VI 族化合物の伝導性制御の技術が進み、青色領域の短波長半導体レーザの研究・開発が進められています。しかしながら、これらの材料は構成元素の蒸気圧が極めて高いことやイオン結合性が強いことを反映して、従来の化合物半導体と比較すると結晶成長、物性制御、および精密な量子井戸などの高性能デバイス構造の形成が困難です。そのため、これら材料による高性能デバイスは開発途上にあります。

本研究では、これらの問題点を克服するために、以下の3つの段階・観点よりプロジェクトを展開しています。

(1) 原点に立ち返った研究

GaNとZnSeを中心としたワイドギャップ半導体が高い蒸気圧と大きなイオン結合性を有することを十分考慮して、エビタキシーと半導体物性の基礎研究を原点に立ち返って研究することからはじめています。

(2) 新素子の開発

ワイドギャップ半導体の物性を活かした短波長半導体レーザ(面発光レーザなどを含む)や励起子効果・量子効果を利用した超高速光変調器の開発・研究を行っています。

(3) システムの構築

短波長半導体レーザを用いた超高密度・超高速光情報処理システムの構築についての基礎的な検討・研究を開始しています。

短波長半導体光デバイスの研究・開発分野では民間研究機関におけるデバイスの試作が先行し、結晶成長からデバイス試作までのそれぞれの段階において「物理」の理解が不十分な状況にあります。このような状況に鑑み、本研究では特に結晶成長からデバイス作製までについての基本的な問題点を物理的に明らかにすることに重点をおいて総合的に研究を進めています。GaNとZnSeの両ワイドギャップ半導体を中心として、高品質で高精度の量子井戸レーザ作製が可能なエビタキシー技術の確立、薄膜結晶の高品質化とヘテロ界面制御・界面欠陥密度低減、p型伝導結晶の高キャリア濃度化、低抵抗電極の形成、最適なデバイス構造の設計・作製、およびデバイス劣化機構の解明などを重要課題とし、最新の製膜装置を利用するとともに、高性能の材料・デバイス評価装置(4結晶X線回折装置、超高真空対応走査型トンネル顕微鏡、顕微ラマン散乱装置など)を拠点大学に設置し、これらの装置を共同利用することで研究を効果的に推進させています。

また、これらの研究とあわせてワイドギャップ半導体の物性をいかした光デバイスの開発のために、低次元量子構造の構築とその超高速光物性のピコ秒蛍光寿命測定による評価、励起子の基礎物性、非線形効果の検討をすすめ、これらを利用した新規の半導体レーザ、超高速光変調器、受光素子の検討を進めています。また、面発光レーザや同一基板上への異種材料の装荷、分布帰還型構造の構築など、短波長領域の光デバイスの集積化をすすめるための検討も行っています。

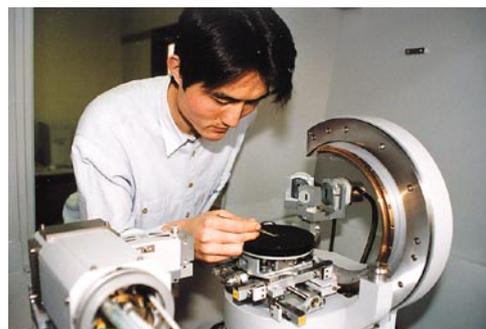
更に国外の研究機関(ドイツ)ならびに民間研究機関等の協力を得て、試作した短波長半導体レーザダイオード、超高速光変調器や受光素子等の短波長光デバイス等により、超高密度・超高速光情報システムを開発するための基礎的な検討を開始しています。

3. 研究の体制

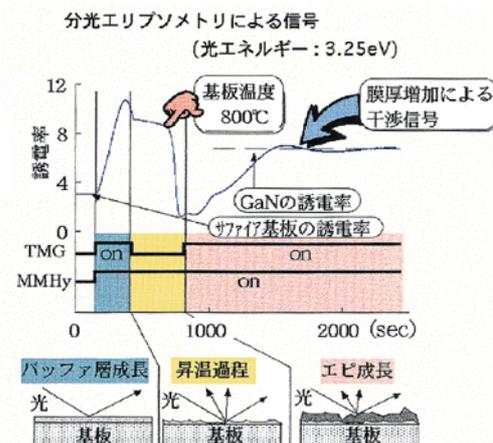
期 間：1996年10月～2001年3月

構 成：プロジェクトリーダー正副各1名、コアメンバー8名、研究協力者11名で構成されています。

実施場所：この研究の主拠点は帝京科学大学および千葉大学ですが、他大学等と協力方式でプロジェクトを進めています。



4結晶X線回折装置により試料の微細構造を詳細に調べることが可能となり、これまで評価することが不可能であったようなワイドギャップ材料に固有の構造特性が解析できるようになりました。



分光エリプソメトリによりワイドギャップ材料の結晶成長初期過程の観察が原子層オーダーで可能になり、高品質結晶作成のための指針が得られるようになりました。