



研究室紹介

電子工学科第三講座(固体電子工学)

浜口 智 尋*

1. 講座の概要

本講座では、半導体に関する一般的な研究以外にも新しい半導体材料や高密度集積回路などの最先端分野の研究も積極的に行なっている。

平成元年度の本講座の研究人員は次の19名で構成されている。

教授 浜口 智尋 (昭和60年11月, 助教授より昇任)

助教授 谷口 研二 (昭和61年10月, 東芝超LSI研究所より着任)

技 官 久保 等 (昭和48年着任)

大学院後期課程 2名, 大学院前期課程 8名, 学部4年生 6名 (平成2年3月現在)

本研究室の主な設備はミニコン (HP 9000シリーズ), HP社の測定評価装置 (半導体パラメータアナライザ, 微小電流測定装置, 容量測定装置など), デジタル・オシロスコープ, ボックスカー, ロックインアンプ, 分光器 (ダブル, シングル), レーザ (Ar, 色素, He-Ne) 超伝導マグネット, スパッタ装置, 酸化炉, 分子線エピタキシャル装置などである。なお, 測定評価関係の多量のデータを正確に処理するためコンピュータを駆使した測定の自動化を積極的に行っている。

2. 研究の概要

本講座は, 今日のエレクトロニクスの基盤である半導体デバイスの基礎から応用まで幅広い研究を行っている。実験面ではレーザー, 極低温, 強磁場等を用いた半導体材料の特性評価や半導体素子の特性解析などの研究を行い, 理論

面ではコンピュータを用いたシミュレーション技術を駆使して, 新しい物理現象の解明に力を注いでいる。具体的な研究テーマとしては以下に挙げる3つのカテゴリーに分類される。

(A) 半導体材料評価技術の研究

(1) 半導体超格子の光学的評価:

新機能素子の基板として有望な半導体超格子はその電子帯構造が複雑なため, 物性的にまだ十分解明されていないことが多い。本講座では光学的な手段により半導体超格子基板のバンド構造評価を行なうとともに, 理論面でも強結合近似モデルに基づくバンド計算を併用して人工結晶の物性解明の研究を行なっている。実験的な評価装置としてフォトレフレクタンス装置とフォトルミネッセンス装置を用いて, 最近, 超格子の光学的な直接遷移と間接遷移とのクロスオーバーを実験的に確認した。

(2) フォトルミネッセンスによる半導体の評価

半導体や半導体超格子に Ar レーザーを照射すると, そのエネルギー帯や不純物準位特有のルミネッセンスが観測される。本研究では, フォトルミネッセンス法で, 半導体結晶欠陥の分布の評価や半導体超格子のエネルギー帯構造の研究を行なっている。

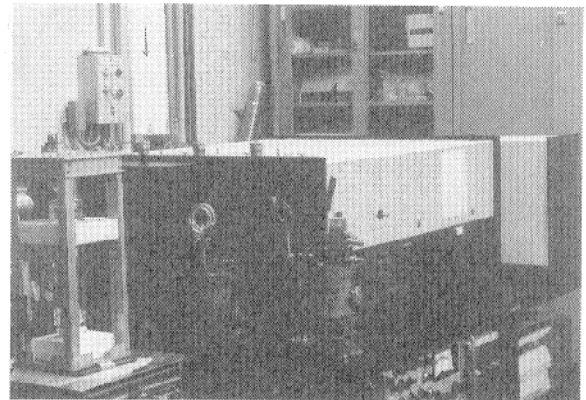


写真1 ダブルモノクロメータとフォトルミネッセンス測定装置

*浜口智尋 (Chihiro HAMAGUCHI), 大阪大学工学部, 電子工学科, 教授, 工学博士, 固体電子工学

(B) 半導体電子物性の研究

(1) 半導体デバイスのシミュレーション

近年、集積回路が微細化されるに伴い、個々の素子は1マイクロン以下の寸法で作製されるに至っている。このような微細素子内部では急激な電界強度の変化があるため、キャリアが非平衡な伝導特性を示す現象が現れる。この様なホットエレクトロン現象を詳しく解明し、新たな物理モデルをデバイスシミュレータに取り込むための研究を行なっている。素子内部の電界やキャリア分布を調べるためのドリフト・拡散法によるシミュレータやボルツマン輸送方程式の直接解法に基づくキャリア輸送シミュレータなどがある。

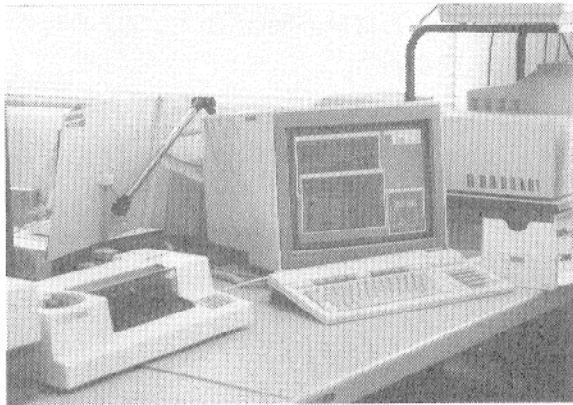


写真2 HP9000シリーズ・ミニコンとカラー端末

(2) MOSFETのホットエレクトロン効果

微細MOSFETを長時間動作させると、しきい値電圧や相互コンダクタンスの低下が認められる。本研究では、高エネルギー電子が酸化膜中に入ったり界面と衝突して発生する界面準位の発生機構を明らかにする実験を行なっている。また、高電界中を走行する電子から発生する光を分光して、キャリアのエネルギー分布状態を明らかにする実験も行っている。

(3) ヘテロ構造素子内での電子伝導の研究

超格子・量子井戸半導体において高電界下での二次元電子ガスの電気伝導を測定し、モンテカルロ・シミュレーションによる解析と比較検討し、二次元電子ガスの散乱機構の解明を行なうとともに、ヘテロ構造素子のデバイスシミュレーションの技法確立を目指した研究を行なっている。

(5) 量子井戸における二次元電子の磁気フォノン共鳴

強磁場下で二次元電子による磁気抵抗を測定すると、磁場の変化に対して磁気抵抗が振動する、いわゆる磁気フォノン共鳴現象が観測される。この現象はIII-V化合物半導体における有効質量の決定や、電子-フォノン相互作用の解明で大きな役割をはたし、その成果は世界的に高く評価されている。現在はこの磁気フォノン共鳴の実験を二次元電子系で行っている。

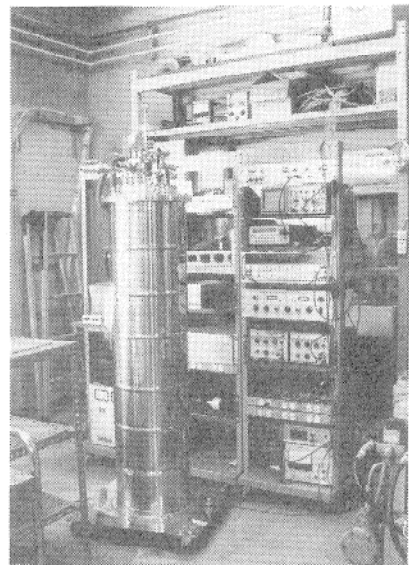


写真3 超伝導マグネットと磁気フォノン共鳴測定装置

(C) 半導体素子製造プロセス技術の研究

(1) 集積回路製造工程のプロセスモデリング

LSIの製造技術中の基本プロセスである酸化、不純物拡散、イオン注入などを対象に、各種現象を原子的なレベルから解析し、そのモデルを提案する。

(2) MBEによる超格子薄膜の作製技術とメゾスコピック構造の研究

分子線エピタキシャル成長装置により各種半導体薄膜を作製する技術を研究する。なかでもIII-V族半導体基板上的高移動度薄膜、ヘテロ構造素子、超格子素子の作製に必須な基盤技術を確立する。この技術を用いてマイクロとマクロの中間的領域(メゾスコピック領域)の素子を作り、電子輸送、磁気フォノン共鳴、変調分光法による研究などを行い、新しい現象の解明と新機能素子の開発を進めつつある。