

新任教員紹介

電気電子工学科・講師 桑畑周司

略歴

- 1963.1 熊本県生まれ
- 1981.3 熊本県立玉名高等学校 卒業
- 1985.3 東海大学工学部電子工学科 卒業
- 1995.3 東海大学大学院工学研究科電子工学専攻
博士課程後期修了 博士(工学)
- 1996.4 東海大学工学部電子工学科 非常勤講師
- 2006.4 現職



担当科目

基礎電気磁気学・同演習、電気磁気学・同演習、電気電子物性、
電気電子工学実験、他

研究活動内容

【研究経歴】

東海大学での学部・大学院時代を通して、工学部電子工学科の松森徳衛教授のご指導を賜りました。取り組んだ研究テーマは、「化合物半導体へのイオン注入時に発生する欠陥の熱処理による除去とその光学的評価」でした。当時の半導体研究の主流はシリコン(Si)を対象としたもので、半導体レーザーや発光ダイオードなどの光エレクトロニクスデバイス用材料としてガリウム砒素(GaAs)やインジウム燐(InP)などの化合物半導体の研究が盛んになり始めた時期でした。半導体への不純物ドーピングの手段として用いられるイオン注入法は、拡散法に比べ不純物原子の濃度分布の制御が容易であり、処理時間が短いという長所がある反面、注入時に不純物原子を基板へ打ち込んでいるため、どうしても欠陥が発生してしまうという短所もありました。この欠陥を除去し、注入した不純物原子を活性化し、n型もしくはp型へ変化させるために、熱処理が必要となります。研究は、まずイオン注入を行うことから始まりました。イオン注入には、外部卒研として研究室の学生がお世話になっていた筑波にある電子技術総合研究所(現在の名称は、産業技術総合研究所)の装置を使わせて頂いておりました。イオン注入を行うときは、研究室の学生数人で順番に装置を使用していましたので、どうしても徹夜になってしまい大変だったこと、しかしその間に色々な話をして楽しかったことなどを思い出します。一緒に研究をした仲間とは、今でも交友が続いています。イオン注入した試料は、大学の研究室で、光吸収・反射測定、フォトルミネセンス(発光)測定、光音響分光測定などの光学的な測定を行い、イオン注入によってどれくらい欠陥が生じているのかを評価しました。前二つの測定装置は、既成の装置ではなく、研究室の先輩達が必要な部品を加工し組み立てて作り

上げた手作りの装置であり、後の光音響分光測定装置は、自分達で文献を参考に作り上げた自作の装置と言うように、「必要な物は自分たちで工夫して作る」、この現在につながる物作りへの姿勢は、この頃身に付いたと思います。測定が終わった試料は、電気炉で熱処理します。熱処理に伴って欠陥が回復し減少していきませんが、測定方法の違いによって実験結果をまとめたグラフに現れる変化が異なります。この違いを論理的に考え説明することは、推理小説の犯人探しのよう、謎解きの面白さがありました。変化の違いをうまく説明できたときは、推理小説を一冊読み終えたような充実感、ジグソーパズルの最後の1ピースを入れ終わったときの満足感を感じました。こうした経験が研究者を目指すきっかけになったのだと思います。博士課程では、「光音響分光測定を用いた半導体の評価 ～半導体におけるエネルギー緩和過程の研究～」が主たる研究テーマで、このテーマは、現在の研究テーマの一つでもあります。

【現在の研究】

研究テーマは、「光エレクトロニクス用材料の作製と評価、新機能デバイスへの応用」です。

- (1) 酸化チタン(TiO_2)光触媒による可視光下での水の光分解
～エネルギー・環境問題の解決を目指して～
- (2) シリコン(Si)を材料とした白色発光デバイスの開発
～化合物半導体を使わない白色発光デバイスの開発
を目指して～
- (3) 光エレクトロニクス用材料におけるエネルギー緩和過程
の研究 ～新たな光エレクトロニクス用材料の開発と
次世代光デバイスの開発を目指して～

(1) 近年、地球規模でのエネルギー・環境問題が注目されています。それは、石油・石炭の多量消費に伴う地球温暖化、大気汚染、酸性雨による環境の悪化、化石燃料の枯渇が懸念されるからです。この問題に対して、代替エネルギーとして水素エネルギーの利用が考えられています。なぜなら水素は燃えても水しか生成しない究極のクリーンエネルギーであるからです。水素は、燃料電池や電気自動車の燃料としてこれから益々必要とされます。その水素を水の分解から得ようとする研究が行われております。その一つに酸化チタンの光触媒反応を利用したものがあります。酸化チタンは、一般的には微粒子状で化粧品や白色塗料用の顔料、食品添加物にも用いられる、化学的に安定で、環境・人体に無害な物質です。光触媒反応とは、酸化チタンに光を照射すると、表面に電子と正孔が発生し、これらが他の物質を活性にするため、様々な反応を引き起こす現象です。1972年に水中の酸化チタン単結晶電極に光を照射すると水の分解が起こり、酸化チタン電極からは酸素が、対極の白金電極からは水素が生成されることが見い出されました。しかしながら、光として紫外光が必要であり、太陽光スペクトルの中で最も光強度が高い可視領域の光による分解は不可能でした。従って、太陽光・可視光の利用という観点からはその効率はまだ低いと言えます。研究では、太陽光・可視光下での水の光分解による水素の発生を目標に、酸化チタン単結晶の改質による効率の改善とスパッタリング法を用いて酸化チタンの薄膜形成を行い、より省資源で効率の高い電極としての利用の実現を目指しています。

(2) シリコンは、エネルギーバンド構造が間接遷移型であるため、発光することができず、また、発光できたとしても禁帯幅(エネルギーギャップ)が1.1[eV]であることから近赤外領域の発光となってしまうため、シリコンを材料とした発

光デバイスは存在しませんでした。そのため、発光デバイスの材料には、直接遷移型半導体であるガリウム砒素リン(GaAsP)や窒化ガリウム(GaN)が用いられています。しかしながら、これらの材料はシリコンほど資源が豊富に存在せず、高価格となります。また、材料によって発光の色が決まってしまう、一つの材料で白色発光は不可能でした。ところが、シリコンをナノメートル(10億分の1m)サイズまで微細化すると、これまで考えられなかった現象が生じることが分かってきました。それは、発光することができなかったシリコンをナノメートルサイズの超微粒子にすると発光したり、その微粒子のサイズを変えると発光の色が変化したりします。粒子サイズが小さい場合は青色発光が、粒子サイズが中程度の場合は緑色発光が、粒子サイズが大きい場合は赤色発光が生じることが理論的に期待されます。研究では、スパッタリング法を用いて粒子サイズの異なるシリコン超微粒子を含む薄膜を積層させ、光の三原色である赤色(R)、緑色(G)、青色(B)を同時に発光させる白色発光デバイスの開発を目指しています。

(3) 半導体レーザーや発光ダイオードなどの光エレクトロニクスデバイスは、光通信、DVDやCDプレーヤーの光ピックアップ、ディスプレイなどに用いられる重要な半導体デバイスです。これらのデバイスに用いられる半導体材料におけるエネルギー緩和過程の研究から光エレクトロニクスデバイス的高速化、高輝度化、低消費電力化などが期待されます。これらの研究を通して、新たな光エレクトロニクス用材料の開発と次世代光デバイスの開発を目指しています。

所属学会：応用物理学会