

4. 研究の現状

西村 智朗

1. 窒化ガリウム (GaN) に関する研究

GaNへのイオン注入や分析、イオン注入シミュレーション

外部機関との共同研究

2. 太陽電池材料に対するイオン照射影響の研究

緒方啓典教授との共同研究

3. 2次元物質に対するイオン照射変調や水素残留量に関する研究

高井和之教授との共同研究

4. ミューオン顕微鏡に関連した、試料透過後の水素イオンビームの状態分析に関する研究

村田好正東大名誉教授との共同研究

5. イオンビーム分析ソフトウェアの開発

中エネルギーイオン散乱・高エネルギーイオン散乱分析が可能なソフトウェアの開発を行っている。

6. イオンのチャネリング入射シミュレーション及びイオン注入分析ソフトの開発

数十年前から開発を行っていた結晶中のイオン軌道シミュレーションソフトのグラフィカルユーザーインターフェースの開発及び注入解析への拡張。

三島 友義

GaN高耐圧ダイオードの研究

環境省委託研究：未来のあるべき社会・ライフスタイルを創造する技術イノベーション事業
(高品質GaN基板を用いた超高効率GaNパワー・光デバイスの技術開発とその実証)

緒方 啓典

現在、西村智朗教授と有機無機ハイブリッド型ペロブスカイト化合物およびナノカーボン材料へのイオン照射効果に関する共同研究を継続して実

施中である。

高井 和之

2次元物質高機能化および分析

2次元物質はすべての原子が表面にあることから、原子層物質と他の物質との間の界面での相互作用により電子物性を変調できる。特にグラフェンはFETデバイスや、触媒材料への応用に関して注目集めている。

グラフェンを用いた光検出の応用に関しては量子ドット (QDs) との組み合わせによるデバイス構築が考えられる。グラフェンにQDsをスピニング法により堆積させると、グラフェンとQDsの間おける相互作用による励起子の消光効果の発現が見られた。また、溶媒であるトルエンをグラフェンFETに滴下した後、伝導度測定を行うとホールドレーピングが生じるものの、続けてCdSe-QDsおよびPbS-QDsを滴下すると電子キャリアの供与が確認された。トルエンの含有水分を制御しても、大気中の滴下においては、確実にホールドレーピングを生じさせる。ゆえに、QDsとグラフェン間で生じる相互作用は、電子キャリアによる電荷的相互作用であると示唆された。

グラフェンの触媒へ応用に関してはHummers法、Brodie法で酸化したグラフェン (HGO, BGO) が注目されている。HGO、BGOの触媒活性については含有する官能基の評価が重要である。Boehm滴定により、HGOとBGOの酸性官能基の総量は、それぞれ9 mEq/gと5 mEq/g、IGOと水熱BGOの酸性官能基の総量は、それぞれ9 mEq/gと5 mEq/gと決定できた。GO中の酸素含有官能基の影響による構造の差異が、GO触媒使用時におけるニトロベンゼンの水素化反応の収率に大きく影響を及ぼすことが確認できた。実際HGOの収率はBGOと比較して約5倍の値をとった。GOに導入される官能基の種類や量は酸化方法に依存し、HGOはヒドロキシ基、カルボキシ基を、BGOはエポキシ基を高い割合で含んでいる。またHGOは、BGOよりも総酸性官能基が多いが、フェルミ準位でより多くの局在化した状態

を持っており [3]、これら両方の寄与によって HGO がより高い触媒活性を示すと考えられる。

一方、実際にグラフェンを応用するに当たっては大量生産が必要であるが、グラファイトの酸素プラズマエッチングによるパターンニングが期待されている。しかし、非常に活性な酸素プラズマに耐性を持つマスク材料の探索が問題となる。実際に確認を行うと単純な機械加工で得られた金属板等で酸素プラズマエッチングマスクとして使用できないが、SiO₂ / Siウエハ片製のマスクは十分なエッチング耐性があることがわかった。また Au マスクはエッチングレート比が低いものの、グラファイト上でマイクロパターン化が可能であり、ナノスケール高さのグラファイトパターンは得ることができた。マイクロパターン化と高いエッチング耐性の両立が期待されるシロキサンマスクはグラファイト基板上にパターン形成可能であることが分かり、10 h のエッチングでもほとんどマスク部位が削られないことが分かった。しかしながらマイクロパターン化に向けはさらなる電子線のドーズ量などのプロセスの最適化が必要であるなど問題がまだ残っている。

これらの結果についてはオンラインではあるが、FNTG 学会や炭素材料学会、応用物理学会などの国内学会にて多数発表を行った。

中村 俊博

1. Si ナノ結晶発光材料に関する研究

半導体ナノ粒子は高発光効率・サイズによる発光波長の制御性から次世代の発光材料として注目されている。特に Si ナノ結晶は、無害で地殻中に豊富に存在する材料であり、量子サイズ効果による発光の高効率化のため発光材料への応用が期待されている。現状、多孔質 Si を原料とした簡易なプロセスにより、Si ナノ結晶の高効率生成や発光サイズ制御に関する研究を行っている。

2. ワイドギャップ半導体ランダムレーザーの開発

発光波長程度の不均一構造をもつ散乱体と光材料で構成されるレーザーはランダムレーザーと呼ばれ、簡易なレーザー光源への応用が期待されている。特に ZnO などの直接遷移型ワイドギャップ半導体の微粒子は、散乱体と発光材料を両方兼ねる有望なランダムレーザー材料である。現在、マイクロオーダーの ZnO 粒子におけるレーザー発振

モードの制御に関する研究を行っている。

3. 金属イオンドープ蛍光体材料の開発

白色 LED は、主に青色 LED と無機蛍光体との組み合わせにより白色光が実現されている。そのため、演色性や青色光の変換効率の向上のため、高効率で様々な発光色を呈する新奇無機蛍光体の開発を目指した研究が盛んに行われている。現在、ストロンチウムアルミネート系材料の赤色、青色蛍光体材料の開発に関する研究を行っている。

笠原 崇史

液体有機半導体とエラストマーとを融合した伸縮性機能薄膜の開発と電界発光評価

若手研究 (19K15424)、期間 2019-2020 年度

電子および正孔注入層を備えたマイクロ流体有機 EL の開発

東芝デバイス & ストレージ株式会社学術奨励制度、期間 2019-2020 年度