

研究の現状

(出版者 / Publisher)

法政大学イオンビーム工学研究所

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

Report of Research Center of Ion Beam Technology, Hosei University / 法政大学イオンビーム工学研究所報告

(巻 / Volume)

42

(開始ページ / Start Page)

44

(終了ページ / End Page)

45

(発行年 / Year)

2023-02-28

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. 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

3. 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。

4. 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

1. GaN高耐圧ダイオードの研究

2. 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次元物質の環境エネルギー材料への応用

すべての原子が表面にある2次元物質は他の物質との間の界面での相互作用により構造や電子物性を変調できる。特にグラフェンやMoS₂は電子

デバイスや、触媒材料への応用に関して注目集めている。

グラフェンは特に表面のみで構成される2次元構造を持つため、吸着分子との大きな相互作用が期待されている。グラフェンの上に有機蛍光分子であるローダミンB (RhB) をスピコート法を用いて堆積させ、蛍光測定 (PL)、Raman分光法を用いて、グラフェンの相互作用による蛍光への影響を評価した。SiO₂ (90 nm) / Si基板上に転写したグラフェン上にRhB薄膜をスピコート法により堆積させた。325 nm励起におけるRhBのPLはグラフェンとRhBの相互作用により著しく強度が低下した。また、Raman分光の結果からRhBとグラフェンの相互作用によりフェルミエネルギーがシフトしていることが確認された。これらによりグラフェンとRhBの間には電荷移動相互作用が生じていることが推定される。

一方、グラフェンはグラフェンの母物質であるグラファイトの加工が難しく、今までのグラファイトの研究ではサイズや形状がグラフェンの電気的特性や化学反応性に大きな影響を与えるにも関わらず、よく定義されたマイクロオーダーの試料を用いた研究はあまり行われていなかった。そこで、サイズや形状がよく定義されたナノレベルのパターンを作製可能なリソグラフィー手法を用いてグラフェン微細構造の大量合成を実現するために、高配向性熱分解グラファイト (HOPG) の酸素プラズマによるエッチング条件や適切なマスクを選定し、グラファイトのマイクロパターンニングを行った。単純な機械加工で得られた金属板等は酸素プラズマエッチングマスクとして使用できないが、Siウェ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。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った。

また、2次元物質は3次元の物質と比較する

と、欠陥や不純物などが電子物性に大きな影響を及ぼす。一方、物質に欠陥や不純物を定量的に再現性良く導入できる手法の一つとしてイオンビーム注入が挙げられる。しかし、注入イオンの持つ化学的性質が2次元物質に対し与える影響はまだ広く知られていない。そこで蛍光がスピンの自由度に強く相関する2次元物質である単層(1L) MoS₂にスピン散乱を起こす可能性のある不純物として、磁性を持つFe⁺をイオン照射により導入して構造・電子物性への影響を、Raman分光、Photoluminescence (PL) を用いて調べた。Raman分光法により、Fe⁺照射後ドーズ量1013 cm⁻²程度まで基本的構造が保たれることがわかった。低温PL測定により、S欠陥への分子吸着に由来するDピークが観察された。

これらの結果については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. 金属イオンドーブ蛍光体材料の開発

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

1. 紫外電気化学発光素子の開発とマイクロ化学分析用面光源への応用

若手研究 (21K14170)、期間2021-2023年度

2. 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2019-2021年度