

ガスクラスターイオンビームによるナノカーボンの成長と表面改質

Gas Cluster Ion Beam Irradiation for Nano-Carbon Growth and Surface Modification

H28海自49

派遣先 電気材料に関する国際会議 2016 (シンガポール)

期 間 平成28年7月3日～平成28年7月8日 (6日間)

申請者 兵庫県立大学 大学院工学研究科 電子情報工学専攻

准教授 豊 田 紀 章

海外における研究活動状況

研究目的

申請者は、気体原子・分子が数千個結合したガスクラスターイオンビーム技術を開発し、表面ナノ加工技術への応用に向けて研究を行ってきた。ガスクラスターイオンビームは、一原子あたりのエネルギーが数eV程度に低減できること、照射領域が瞬間的に高温・高圧状態となり高いエネルギー密度を付与できること、表面に対し水平方向の原子移動を誘起することといった特徴があり、単原子イオンでは実現できない表層部のみの改質が可能な新しいビーム技術として期待されている。本研究では、低温成長が困難なグラフェン等のナノカーボン材料への応用として、ガスクラスターイオンビームによる高密度エネルギー付与を利用したグラフェン膜の低温成長や、極薄アモルファスカーボン膜のsp³成分増大効果について検討した。

海外における研究活動報告

本研究で出席した2016 International Conference on Electronic Materials (ICEM 2016) 国際会議は、Material Research Society Singapore (シンガポール材料学会) が主催して隔年で行われ

る電気材料に関する国際学会であり、2016年は7月4日から8日まで、シンガポールSUTNEC 国際会議場で開催された。本会議は、ノーベル物理学賞受賞者などが講演を行うプレナリーセッションと、各テーマ別の14のシンポジウムで構成されており、約200件の招待講演、400件の口頭発表、400件のポスター発表が行われた。

今回、シンガポール国立大学のBettiol教授がチェアマンを務めるセッションK「Advanced Applications of Ion Beams for Materials Science (材料科学におけるイオンビームの先端応用)」での招待講演を行った。セッションKでは、イオンと固体との相互作用、イオンビームによるバイオ材料イメージング、クラスターイオンによる表面改質、集束イオンビームによる加工技術などがトピックとなっており、先端イオンビーム技術の半導体、スピントロニクス、生体材料等への応用例が世界各国の研究者によって報告された。

自身の招待講演では、ガスクラスターイオンビームによるナノカーボンの成長と表面改質という題目で発表を行った。ガスクラスターイオンは、数千個のガス原子が結合した巨大粒子であり、一原子あたりのエネルギーが数eVと小さいにもかかわらず、固体表面衝突時に超高密度エネルギー状態を固体表面に形成するた

め、従来の単原子イオンでは実現できない照射効果が得られる。このため、基板温度が低温であっても照射された表面近傍は高温・高圧状態となり、基板温度低温での高品質薄膜形成が期待できる。本報告では、GCIBをグラフェン、カーボンナノチューブなどナノカーボン材料の形成や改質に用いることを検討し、400℃程度の比較的低温の基板温度であっても、グラフェン膜が形成可能であることを示した。従来の成膜手法では800℃程度の基板温度が必要であり、GCIB照射による成膜温度の低温化を実現した。また、GCIB照射によりアモルファスカーボン膜のsp³結合成分を増加させることが可能であることを、ラマン分光測定、放射光を用いたNEXAFS測定、XPS測定などから示した。ナノカーボン材料は、シリコンに代わる電子材料として期待されているが、成長温度や成長制御に難点があるため、GCIBによるナノ

カーボン材料形成を報告することにより、各種電子デバイスへの応用も期待できる。

今回のセッションチェアであるシンガポール国立大学のBettioli教授とは、光導波路のGCIBによる加工で共同研究を行っており、共著論文発表も行ってきた。今回、現地にて研究打ち合わせも行い、今後の共同研究方針を了解した。シンガポール国立大学は、アジアトップクラスの評価を得ており、研究者・学生の質も非常に高く、更なる研究の進展が期待される。このように今回の渡航は大変実りのあるものとなり、この場をお借りし、ご支援いただいた村田学術振興財団の皆様方に深く御礼申し上げます。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

N. Toyoda, "Gas cluster ion beam irradiation for nano-carbon growth and surface modification"