

第 63 回応用物理学会春季学術講演会に参加して

磯 川 裕 哉
Yuya ISOKAWA
電子情報学科 4 年

1. はじめに

私は、2016 年 3 月 19 日から 22 日に開催された「第 63 回応用物理学春季学術講演会」に参加し、「MgO 上に堆積させたアモルファス窒化炭素膜の発光特性」と「下地層上に堆積させたアモルファス窒化炭素膜の発光特性」という 2 題目でポスター発表を行いました。

2. 研究背景

2014 年、青色 LED の開発・量産技術を確立した日本人ら三人がノーベル物理学賞を受賞したことから分かるように、LED は我々の生活を変え豊かなものにしてきた。白色 LED は発光方式の一つに、青色 LED に黄色蛍光体を塗布することによって白色発光させるものが存在する。しかしこの方式の白色 LED は青色と黄色によって白色を表現していること、また基板にサファイアを用いていることから、純粋な白色ではないという演色性の面と、サファイアは高価であるというコストの面に課題を抱えている。しかし、光源が長寿命、消費電力が少ない、紫外線・赤外線放出が極めて微量などの利点が数多く存在する。そこで、本研究で着目した材料がアモルファス窒化炭素 (a-CN_x, CN) である。CN は幅広いバンドギャップを有しており、フォトルミネッセンス (PL) やエレクトロルミネッセンス (EL) の報告も存在する。

さらに、他の炭素系物質と同様に電界電子放出体、カーボン半導体などの電子デバイス分野への優れた特性も発現しうる可能性も秘められている。また原料である炭素 (C) 及び窒素 (N) は地球上に豊富で安価な材料である。以上の理由から CN が

電流を流して白色発光する素子として、現在の白色 LED に取って代わる新規デバイスである可能性を秘めている点に着目し、CN の基礎研究を行った。そして、様々な物質を下地層として用いることにより、CN の発光強度向上を目指した。

3. 実験方法

下地層を MOD (Metal Organic Decomposition) 法で成膜し、その上に RF スパッタリング装置を用いて CN 薄膜を成膜した (図 1)。下地層は MgO、TiO₂、SnO₂ の 2 種類を用いた。下地層の焼成条件は、各々の結晶性を考慮した。CN 薄膜の成膜条件はターゲット C (graphite)、反応ガス N₂ (流量 10 sccm)、RF 電力 (100 W)、成膜時間 (30 min.)、基板温度 (室温)、成膜時の圧力 (3.0 Pa)、基板回転速度 (3 s/rot.) である。

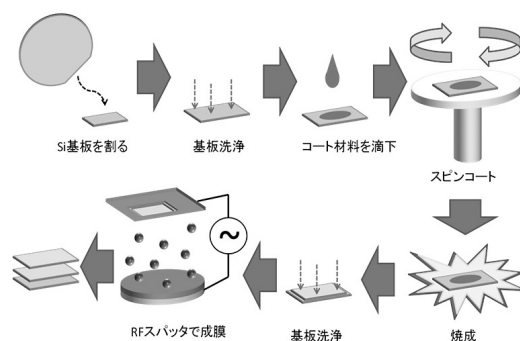


図 1 試料の作製手順

4. 実験結果

作製した試料の表面状態を SPM (Scanning Probe Microscope) で測定した。その結果を図 2 に示した。下地層の影響を受けて CN の表面状態にも変化が見受けられた。

次に、He-Cd レーザー (325 nm) を用いて PL (Photoluminescence) 評価を行った。レーザー照射時間は 1 時間で統一した。その時の PL スペクトルを図 3 に示した。下地層によって発光スペクトルにも変化が見受けられた。中には、著しく発光強度が上昇したものも存在した。

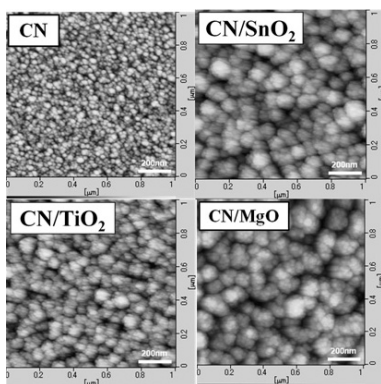


図 2 SPM による表面状態

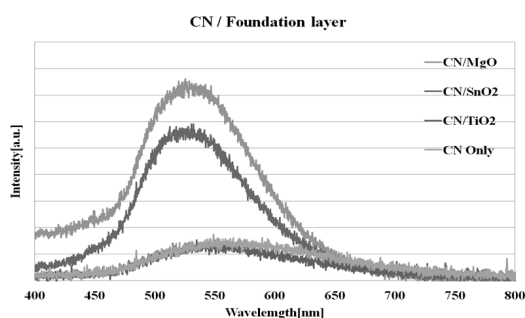


図 3 下地層上の CN の PL スペクトル

この発光による違いを調査するために、TEM (Transmission Electron Microscope) を用いた。その結果を図 4 に示した。下地層を用いたことにより CN の膜厚が減少した。さらに、レーザー照射による影響で膜厚が減少していることが確認出来た。下地層の違いで CN の膜厚の減少率にも変化があった。CN の膜厚の減少率と PL 発光強度にも何か関連性があるのではと考えられる。

以上の結果より、今回用いた下地層の中では MgO が発光強度が一番高くなった。

5. おわりに

本講演会に参加し、研究に取り組む姿勢から研究に関するご指導、また研究以外に至るまで幅広くご指導していただいた龍谷大学理工学部電子情報学科

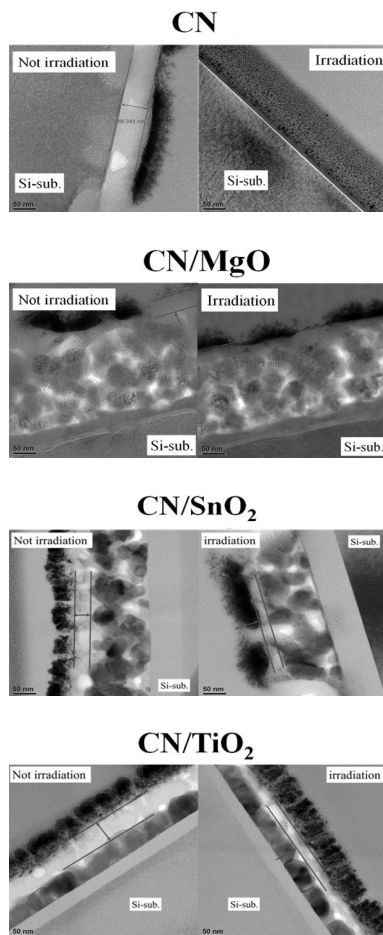


図 4 下地層上の CN の TEM 画像
(左：レーザー非照射、右：レーザー照射)

山本伸一教授に心より感謝いたします。また共同研究者として活発な議論をいただいた龍谷大学理工学部電子情報学科 伊藤國雄先生、明石工業高等専門学校 佐竹聖樹先生、岡山理科大学 財部健一教授、津山工業高等専門学校 中村重之様、福井大学 福井一俊教授、池田和聡様、茨城高等専門学校 澤 畠淳二様に感謝いたします。そして、日頃の研究においてご協力していただき、活発な議論をしていたいただいた山本研究室の方々に御礼申し上げます。