

第 66 回応用物理学会春季学術講演会に参加して

今 井 和 樹

Kazuki IMAI

電子情報学科 2018 年度卒業

1. はじめに

私は 2018 年 3 月 17 日から 20 日にかけて開催された第 65 回応用物理学会春季学術講演会に参加し、「RF 電力変化による CN 薄膜の発光特性評価に關する研究」という題目でポスター講演を行った。

2. 背景

現在の白色 LED の主流の発光方式は、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方式である。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から、演色性に課題がある。また基板にサファイアを用いていることからコストの面にも課題を抱えている。そこで、着目した材料がアモルファス窒化炭素 (Carbon Nitride, a-CN_x, CN) である。Fig. 1 に CN のバンド構造を示す。CN は幅広いバンドギャップを有していることから、CN 単体で演色性の高い白色発光を得られる可能性がある。また、GaN 系 LED と比較して、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なので、希土類元素を含

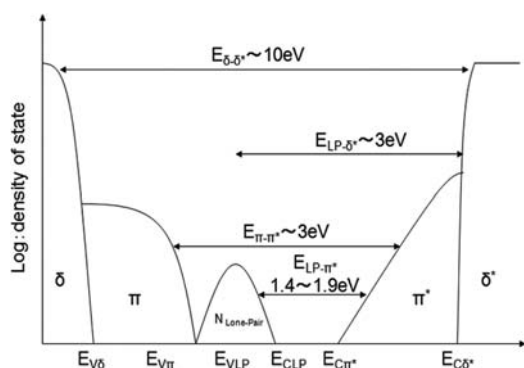


Fig. 1 CN のバンド構造

まないなどの特徴を有し、低コストで作成が可能であり、新発光素子として期待できる。しかし、発光強度の点に大きな課題を抱えている。本研究では、CN 薄膜の成膜時の RF 電力を変化させることによって、課題である発光強度の増加を目的とした。

3. 実験方法

Fig. 2 に CN 膜の作製方法を示す。RF マグネトロンスパッタリング法を用いて Si 基板に α -CN 膜を成膜した。ターゲットには Carbon (C)、反応ガスには Nitrogen (N_2) を用いた。成膜条件はガス圧力 3 Pa、流量 10 sccm、成膜時間 30 min。基板回転速度 20 r.p.m. とし、RF 電力 25, 50, 100, 150 W と変化させた。作製した試料を He-Cd レーザー (325 nm) を用いて Photoluminescence (PL) 測定を行った。さらに、Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) 測定を行った。

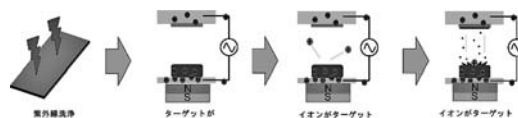


Fig. 2 CN 薄膜の作製方法

4. 実験結果

4.1 PL 測定結果

PL 測定の結果を Fig. 3 に示す。Fig. 1 より 25 W $\sim$ 50 W までは発光強度が増加し、50 W 時に最大

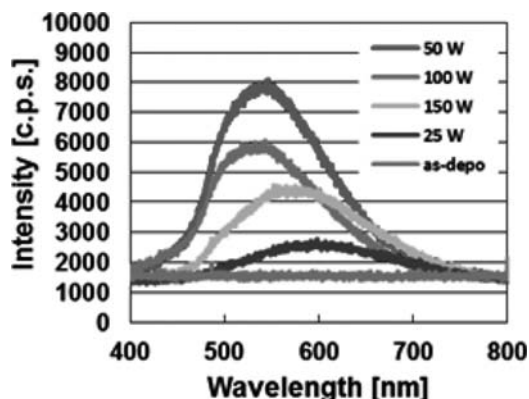


Fig. 3 PL 測定結果

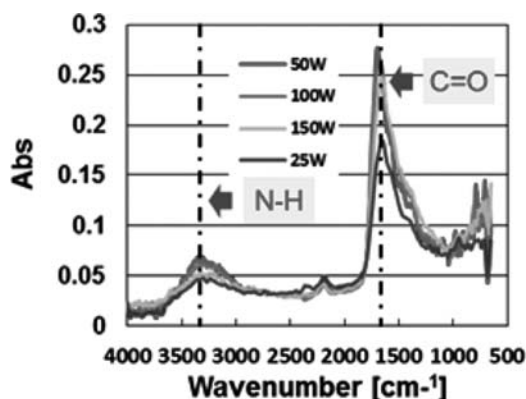


Fig. 4 FT-IR 測定結果

の発光強度を観測した。さらに電力を大きくすると、発光強度は減少した。

4.2 FT-IR 測定結果

FT-IR 測定結果を Fig. 4 に示す。Fig. 2 より $3300\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$ 付近に N-H, $1680\text{--}1820\text{ cm}^{-1}$ に C=O の結合と見られるピークが観測できた。25 W~50 W までは N-H, C=O の結合量が増加し、50 W 時にそれぞれ最大の結合量を観測した。さらに電力を大きくすると、結合量は減少した。これらの結果より、N-H と C=O の結合量が多いほど、CN 膜の発光強度が増加する結果となった。

4.3 SPM 測定結果

SPM 観察（走査範囲 $1\text{ }\mu\text{m}^2$ ）を行った試料の形状像を Fig. 5 に示す。CN 膜成膜時の RF 電力が (a) 25, (b) 50, (c) 100 (d) 150 [W] の SPM 測定の結果である。RF 電力が増加と共に粒径がやや大きくなることを確認した。また、各電力ごとに得られた形状像から算出された Ra（平均面粗さ）を図 3 に示す。電力を大きくするに従いやや Ra が増加したが大きな変化を確認することはできなかった。

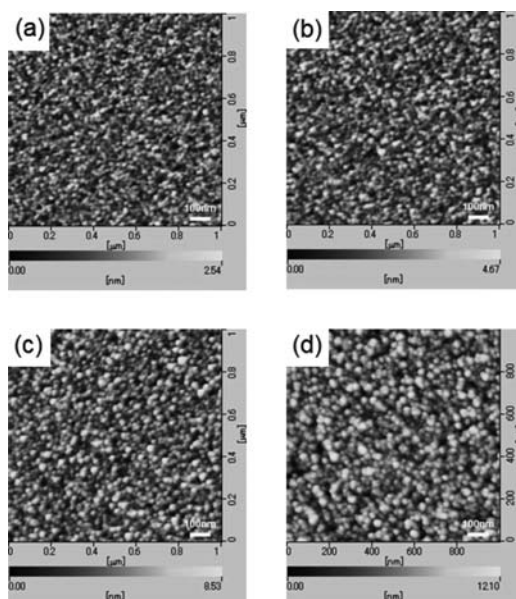


Fig. 5 SPM 測定結果

RF 電力：(a) 25, (b) 50, (c) 100, (d) 150 [W]

5. まとめ

これらの結果より、吸収スペクトルの強度は物質の濃度に比例することから、N-H と C=O の結合量が多いほど、He-Cd レーザーを照射時に発光する CN 膜内の物質が多いために CN 膜の発光強度が増加する結果となったと考える。

謝辞

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 山本伸一先生、番貴彦先生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だいた山本研究室の方々に御礼申し上げます。