

第 62 回応用物理学会
春季学術講演会に参加して

内 島 一 哉
Kazuya UCHIJIMA
電子情報学科 4 年

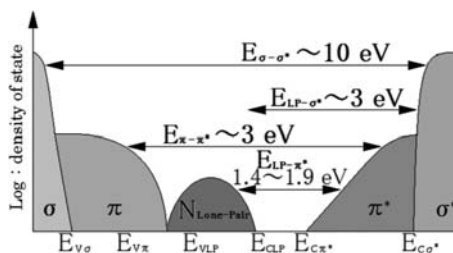


図 1 a-CN_x のバンド構造

1. はじめに

私は 2015 年 3 月 11 日 (水) から 3 月 14 日 (土) の期間に、東海大学湘南キャンパスで開催された「2015 年 第 62 回応用物理学会春季学術講演会」に参加した。3 月 12 日 (木) に「アモルファス窒化炭素薄膜の作製 I」という題目でポスター発表を行った。

2. 研究背景

LED (Light Emitting Diode) は照明や信号機、ディスプレイや車のライトなど我々の身の回りで多く使われるようになった。2014 年、高輝度青色 LED の発明に関わった日本人 3 名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 は我々の生活を大変豊かなものにしてきた。その中でも白色 LED 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ことが一般的である。しかしこの方式は、青色と黄色によって白色を表現していることから、演色性の問題を抱えている。また、青色 LED の基板にサファイアを用いていることから、コスト面にも問題を抱えている。そこで本研究ではアモルファス窒化炭素 (a-CN_x) に着目した。図 1 に a-CN_x のバンド構造を示す。窒素のローン・ペア価電子帯と π* 結合伝導帯間 (N_{Lone-Pair}-π* 間) は 1.4~1.9 eV, π 結合価電子帯と π* 結合伝導帯間 (π-π* 間) は約 3 eV, N_{Lone-Pair} 価電子帯と δ* 結合伝導帯間 (N_{Lone-Pair}-δ* 間) は約 3 eV, δ 結合価電子帯と δ* 結合伝導帯間 (δ-δ* 間) は約 10 eV のエネルギーギャップを形成する。このことからブロードな波形の白色光を得る可能性があることが分かる。またフォトルミネッセンス (Photoluminescence: PL)

やエレクトロルミネッセンス (Electroluminescence: EL) の報告が存在することから、a-CN_x が既存する白色 LED に取って替わる新規デバイスとして開発できる可能性を秘めている。

しかし a-CN_x の物性に関しては、まだ未解明なものが多く存在している。よって本研究では RF スパッタリング装置を用いて a-CN_x を成膜し、物性評価を行った。

3. 実験方法

RF スパッタリング装置を用いて 2 枚の Si 基板上に成膜した。ターゲットは炭素を用い、N₂ ガスを流しながら成膜を行った。成膜時間を 30 min., RF 電力を 50 W, 150 W (後述の TDS 測定用) とした。成膜後の試料のうち 1 枚を固定し、He-Cd レーザー (波長: 325 nm) を用いて試料への照射を行い、その試料の照射箇所表面と断面を解析した。また、もう 1 枚の試料を昇温脱離ガス分析 (Thermal Desorption Spectroscopy: TDS) 装置にかけ、昇温速度 60°C/min., 最高到達温度 1000°C の条件下で加熱による脱離ガス (化学種) の分析を行った。

4. 実験結果

図 2 に He-Cd レーザーを 240 min. 間照射した時の波長と発光強度の関係と発光の様子を示す。図よりレーザー照射時間が増加することで発光強度が増加し、それに伴い発光色が白色から青みがかった白色へと変化していることがわかる。

図 3 にレーザー照射していない箇所と照射箇所の AFM 像, Ra 値, TEM 像を示す。図 3 (a) がレー

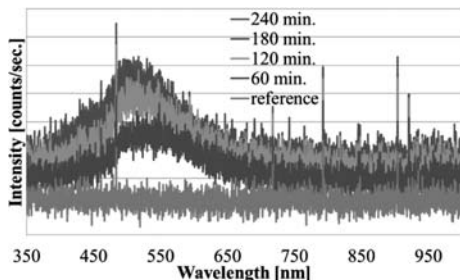


図2 He-Cd レーザーを 240 min. 間照射した時の波長と発光強度の関係と発光の様子

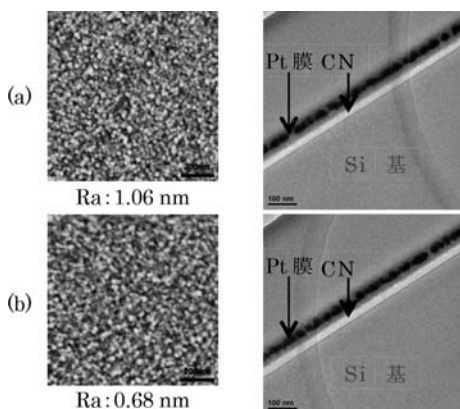


図3 He-Cd レーザー照射していない箇所 (a) と照射箇所 (b) の AFM 像, Ra 値, TEM 像

ザー照射をしていない箇所, (b) がレーザー照射箇所の方, Ra 値が約 0.4 nm 小さくなったことが分かった. TEM 像からは照射箇所もそうでない箇所も, 膜厚に大きな変化がないことが分かった.

次に TDS 測定を行った. 図4に加熱によって脱離した化学種の強度を, 右の縦軸の通り色で示す (Z 軸方向). 左の縦軸は温度, 横軸は発生した化学種のイオンの質量を示す.

このピークを更に解析したところ, 分子量 17, 27, 28, 43, 44, 52 の化学種が発生したことが分かった. それぞれの物質名及び縦軸に強度, 横軸に温度

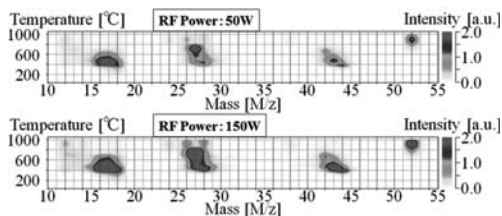


図4 加熱によって脱離した化学種の等高グラフ

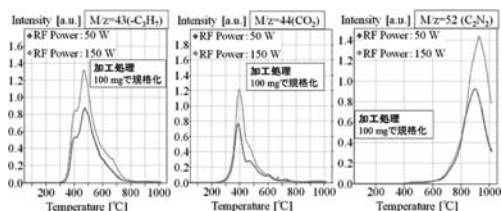
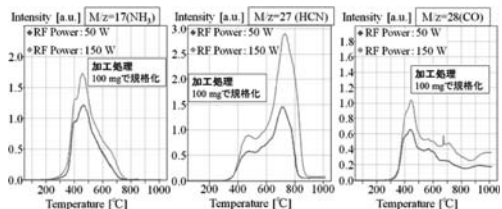


図5 検出された化学種の強度と温度の関係

をとったグラフを図5に示す. この結果より, 200 °C以上の加熱を行うと薄膜中の C や N が膜に含まれている H や O と結合し, 化学種として脱離することが分かった. また他の化学種と比べて HCN の発生強度が特に高いことから, C と N に分離して脱離するよりも CN の形で脱離しやすいことも分かった.

5. おわりに

本講演会に参加し, 発表を通じて多くの方々から意見をいただきました. また, 多数の素晴らしい発表を聞くことができました. これらの経験を今後の研究に活かし, 精進していきたいと考えています.

最後に, 今回の発表にあたりご指導いただいた, 佐竹聖樹先生, 伊藤國雄先生, 財部健一先生, 福井一俊先生, 山本伸一先生に深く感謝いたします.