

# パルス供給した偏在ガスによるプラズマの生成と炭素薄膜の合成

1220129 橋田 隆助 (プラズマ応用研究室)  
(指導教員 八田 章光 教授)

## 1. 目的

プラズマ CVD は、多くの薄膜作製法の中でも多様性に富んだ手法ではあるが、成膜過程は複雑で成膜条件の最適化の部分が課題となっている。本研究では、プラズマプロセスの中でもガス供給に重点をおき実験を行った。

先行研究[1]では、パルス DC プラズマ CVD による炭素薄膜の合成で熱 CVD による成膜への影響が大きかった。それを踏まえて本研究では、パルスガス供給による偏在ガスによる放電プラズマの生成の可能性を検証し、プラズマ CVD によるガラス基板への炭素薄膜合成の評価を行う。

## 2. 研究内容

図 1 に実験の装置構成を示す。偏在ガスによる放電プラズマの生成では、ガスをパルスで供給し電圧 0.1ms の単発パルス放電を行った。ガスパルスの立ち上がりからの遅れ時間を放電が確認された delay1.0ms~delay1.7ms の間を 0.1ms ずつ遅らせて実験を行った。

ガラス基板への炭素薄膜合成では、基板を 500℃まで加熱した上で、電圧を印加してパルスガス供給し放電を行った。サンプルごとにガスパルスの繰り返し回数やインターバル時間、ガス供給時間など条件を変えて基板 4 枚に成膜を行った。Sample1 は、ガスパルス 0.75ms、ガスパルス繰り返し 100 回、インターバル 500ms、放電電圧-1kV の条件とした。

## 3. 結果と考察

図 2 にパルスガス供給単発パルス放電の電圧電流波形を、図 3 に放電プラズマの発光分布を示す。delay1.0ms の電流波形より、放電電流が上がっていき 35mA 程度になると定電流制御に移り電圧を制御している。delay1.4ms では放電電流はすぐに 37mA 程度になると Pulsed-DC Generator の定電流回路 [2]により定電流制御に移り電圧を制御している。それぞれの放電プラズマは放電電流が多く流れようとしている delay1.4ms の方が強い発光となり、電極付近に集中していることからガスが偏在していることが考えられる。

図 4 にパルスガス供給プラズマ CVD による成膜を行った基板のラマンスペクトルを、図 5 に成膜中の放電プラズマの発光分布と成膜後の基板の様子を示す。ラマンスペクトルより、 $1300\text{cm}^{-1}$  付近の欠陥を表す D ピークと  $1600\text{cm}^{-1}$  付近のグラファイト構造を表す G ピークを確認することができた。放電プラズマの様子は電極近傍に集中して発光が確認でき、成膜後の基板の写真を見ても黒みがかかっていることから成膜が行われていることが確認できた。

## 4. まとめ

パルスガス供給単発パルス放電により、偏在ガスによる放電プラズマの生成が確認できた。また、パルスガス供給プラズマ CVD ではラマンスペクトルと成膜後の基板の写真から基板に成膜が行われていることが確認できた。

## 参考文献

[1] 野村恵吾, "光電子放出を用いたパルス放電プラズマ CVD による炭素薄膜の合成," 2021年3月  
[2] Md. Mamun, et al, "Pulsed-DC Discharge for Plasma CVD of Carbon Thin Films," IEEE Trans. Plasma Sci, vol.47, pp.22-31, 2019.

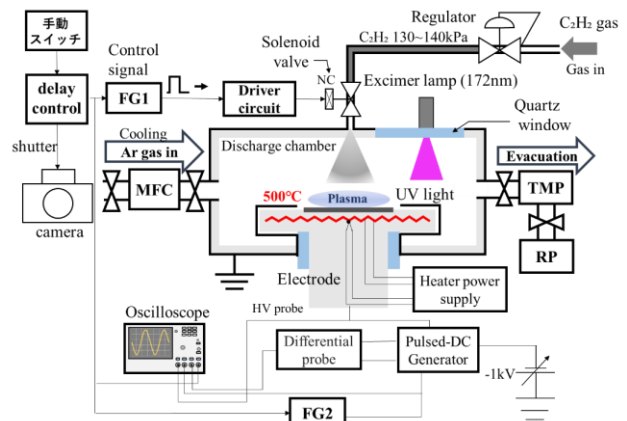


図 1 装置構成

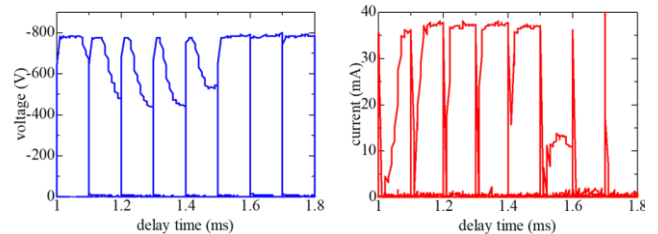


図 2 パルスガス供給単発パルス放電の電圧電流波形

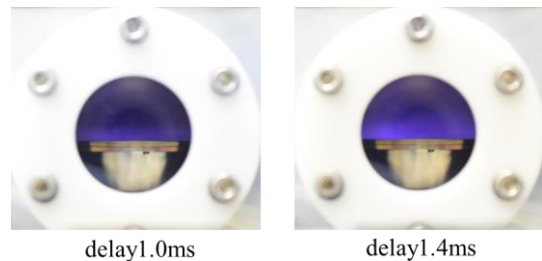


図 3 放電プラズマの発光分布

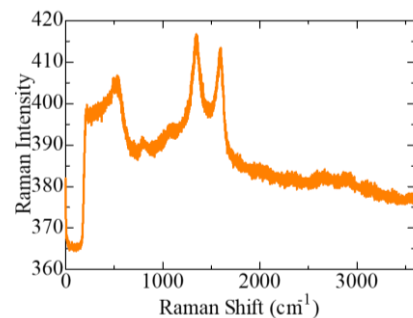


図 4 Sample1 のラマンスペクトル

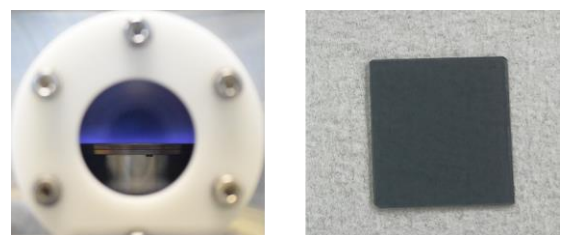


図 5 放電プラズマの発光分布と成膜後の基板