

## ラジカル注入型プラズマ励起化学気相堆積法において RF バイアス時間変調がアモルファスカーボン膜の結合構造に及ぼす効果

The effect of time modulation of RF bias power on bonding structure of amorphous carbon films grown by radical injection plasma enhanced chemical vapor deposition

名大院工<sup>1</sup>, 名城大理工<sup>2</sup>, 名大未来社会創造機構<sup>3</sup>

○杉浦 啓嗣<sup>1</sup>, 近藤 博基<sup>1</sup>, 石川 健治<sup>1</sup>, 堤 隆嘉<sup>1</sup>, 竹田 圭吾<sup>2</sup>, 関根 誠<sup>1</sup>, 堀 勝<sup>3</sup>

Nagoya Univ. Eng.<sup>1</sup>, Meijo Univ.<sup>2</sup>, Nagoya Univ. Inst. of Innovation for Future Society<sup>3</sup>

○Hirotsugu Sugiura<sup>1</sup>, Hiroki Kondo<sup>1</sup>, Kenji Ishikawa<sup>1</sup>,

Takayoshi Tsutsumi<sup>1</sup>, Keigo Takeda<sup>2</sup>, Makoto Sekine<sup>1</sup>, Masaru Hori<sup>3</sup>

E-mail: sugiura.hirotsugu@h.mbox.nagoya-u.ac.jp

**はじめに** アモルファスカーボン(a-C)は、sp<sup>2</sup>混成炭素(sp<sup>2</sup>-C)とsp<sup>3</sup>混成炭素(sp<sup>3</sup>-C)から構成される非晶質炭素材料である。エネルギーバンドギャップなどの電子物性・光学物性の多様性が高いことから、次世代のデバイス材料として期待される。電子物性制御では、気相領域から成膜表面までの包括的な反応機構、膜構造や電子物性との相関の解明が求められる。我々はこれまでに、ラジカル注入型プラズマ励起化学気相堆積法(RI-PECVD)法を用いた a-C 膜の成膜において、ガス滞在時間が成膜に及ぼす効果を報告した。ガス滞在時間の制御に伴うラジカル種の変化が成膜速度と膜質に及ぼす効果を報告した<sup>1</sup>。しかしイオン種の照射効果、特にラジカル種との相乗作用は明らかでない。本研究では、RF バイアスの時間変調印加により、イオン種とラジカル種の照射が表面反応過程と膜質に及ぼす効果を明らかにした。

**実験内容** 表面波励起プラズマ源(SWP, 2.45 GHz)と容量結合プラズマ源(CCP, 100 MHz)が上下に接続された RI-PECVD 装置を用い、CCP 電力を 100 W、メタン(CH<sub>4</sub>)ガス流量を 500 sccm、全圧を 5 Pa、ステージ温度を 550°C とし、合成石英基板上に a-C 膜を成長した。その際、基板ステージに 13.56 MHz の RF バイアス電力を時間変調させて印加した。RF バイアス電力を OFF(0 W)で 2 分、その後に ON(30、50 および 100 W)で 30 秒を 1 サイクルとし、40 サイクルを繰り返した。また比較として、時間変調せずに RF バイアス電力を 30、50 および 100 W で印加して 20 分間、成膜した。

**結果及び考察** RF バイアスの時間変調印加により、a-C 膜の膜厚が減少した。これは、RF バイアス電力の OFF 時における CH<sub>4</sub>プラズマによる a-C 膜のエッチング効果と考えられる。一方、ラマンスペクトルでは、RF バイアスの時間変調印加によってバックグラウンドの傾きが増加し、D バンドピークと G バンドピークの相対強度比(I<sub>D</sub>/I<sub>G</sub>)が減少した。これらは、それぞれ a-C 膜のポリマー化と六員環構造の破壊(減少)の同時誘起を示唆している。図 1 は、吸収端近傍 X 線吸収微細構造(NEXAFS)から導出した sp<sup>2</sup>含有量の RF バイアス依存性である。RF バイアスの時間変調印加によって、sp<sup>2</sup>含有量に対する RF バイアス電力の依存性が逆の傾向に変化することがわかった。すなわち、イオン種とラジカル種の相乗効果による膜質変化を示唆しており、それらの精密制御による a-C 膜の結合構造制御の可能性が見出されたと言える。

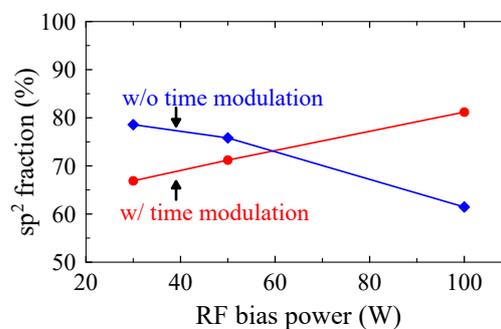


Figure 1 The dependence of RF bias power on sp<sup>2</sup> fraction.

### 参考文献

<sup>1</sup> L. Jia et al., Plasma Process. Polym. **13**, 730 (2016).