

# 半導体プロセスプラズマ中の素過程制御

白谷正治

九大

低温プラズマ技術は、エッチング・成膜・表面改質など半導体製造の前工程の70%にも使用されている。近年はプラズマ支援原子層エッチング (PEALE) ・プラズマ支援原子層堆積 (PEALD) の発展と実用化が特に顕著である。本講演では、半導体プロセスプラズマ中の素過程制御の重要性に視座をおいて講演する。先ず、原料ガスの選択が重要である。例えば、硬質カーボン薄膜堆積においては、膜中のC/Hが高いほど硬くなる傾向にある。このことから、原料ガスはC/Hが小さいCH<sub>4</sub>よりC<sub>2</sub>H<sub>2</sub>を用いた方が高い高度を実現しやすい。また、原料分子にベンゼン環が多数含まれる場合には、ベンゼン環が膜中に取り込まれやすくなり、C/Hは低くなる傾向にある。次に、原料ガスの電子衝突解離で生成するラジカルの種類の選択が重要になる。CH<sub>4</sub>を原料ガスに用いた場合では、電子衝突解離でCH<sub>3</sub>、CH<sub>2</sub>、CH、Cの4種類のラジカルが生成される。表面付着確率は、CH<sub>3</sub>が小さく、Cは大きい。トレンチなどの複雑形状表面に、高い表面被覆率で成膜するためには、表面付着確率が小さいCH<sub>3</sub>を主な成膜前駆体とするのが望ましい。これら2つの方向性の違いから、硬質カーボン薄膜をトレンチに高い被覆率で形成することが難しいことになる。そこで、これ以外の道を探ることになる。このようなアプローチとして、非従来型プラズマ生成による制御である。パルスプラズマ、振幅変調RF放電プラズマ、これらを包含する任意波形励起プラズマがある。同様に素過程制御は、プラズマエッチングに対しても極めて重要である。

- [1] M. Morimoto, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 62 (2023) SN1001.
- [2] K. Kamataki, et al., Mater. Sci. Semicond. 164 (2023) 107613.
- [3] M. N. Agusutrisno, et al., Mater. Sci. Semicond. 162 (2023) 107503.
- [4] R. Narishige, et al., J. Mater. Res. 38 (2023) 1803.
- [5] N. Yamashita, et al., J. Mater. Res. 38 (2023) 1178.
- [6] I. Nagao, et al., Mater. Adv. 7 (2022) 918.
- [7] S. H. Hwang, et al., Processes., 9 (2020) 2.

[講演者略歴] 白谷正治

昭和 63 年 4 月 九州大学工学部助手

平成 2 年 8 月 九州大学工学部助教授

平成 18 年 2 月 九州大学大学院システム情報科学研究院教授

平成 22 年 10 月 九州大学プラズマナノ界面工学センター長

令和 2 年 12 月 九州大学光・量子プロセス研究開発センター長

令和 4 年 10 月 九州大学副学長

日本材料学会前会長, プラズマ・核融合学会元副会長

主として低温プラズマの基礎と応用に関する研究に従事