

# 多目的マイクロ波アンテナを用いたプラズマ生成と Si 薄膜形成への応用

## Plasma Generation by Multipurpose Microwave Antenna and Its Application to Silicon Thin Film Deposition

名大工<sup>1</sup>, 名大プラズマナノ<sup>2</sup> °近藤将吾<sup>1</sup>, 中野優<sup>1</sup>, 豊田浩孝<sup>1,2</sup>

Nagoya Univ.<sup>1,2</sup> °Shogo Kondo<sup>1</sup>, Suguru Nakano<sup>1</sup>, Hirotaka Toyoda<sup>1,2</sup>

E-mail: s\_kondou@nuee.nagoya-u.ac.jp

### 1. はじめに

我々はこれまで、プラズマ CVD 分野において大面積マイクロ波プラズマ<sup>[1]</sup>を用いた $\mu\text{c-Si}$ 薄膜の大面積・高速成膜を実現している。一方、マイクロ波プラズマを含む従来のプロセスプラズマ装置の多くは活性種を生成するプラズマ領域とプロセス領域の切り分けが難しく、プロセス対象となる基板付近までプラズマが広がることで熱や高エネルギー粒子による膜へのダメージがしばしば発生し課題となっている。そこで我々は、高速かつダメージフリーなプロセスを実現することを目指して、プラズマ生成領域が小さな小型のマイクロ波アンテナを空間内に多数配列することでプラズマ空間分布を制御するプラズマ生成方式の検討を行っている。今回は本アンテナを 1 台試作し、その特性を調査するとともに、本アンテナを用いた $\mu\text{c-Si}$ 薄膜の生成を試みたので報告する。

### 2. 実験装置及び実験方法

本実験で用いた実験装置を Fig. 1 に示す。円筒真空容器(直径 30 cm × 28 cm)に小型のマイクロ波励起スロットアンテナを挿入し、マイクロ波電力 (2.45 GHz, <1kW) によりプラズマを生成する。生成されたプラズマの密度分布についてはラングミュアプローブ法にて測定をおこなった。Si 膜成膜においては、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{H}_2$  ガスをそれぞれ独立のマニホールドから容器内に導入し、容器中央に配置した上下方向に移動可能な基板ステージ (直径 9 cm) 上のガラス基板 (2 cm × 2 cm、基板温度 250 °C) に Si 薄膜を形成した。なお、成膜において放電初期に多量に発生する微粒子の膜中取り込みを防ぐため、基板上にシャッターを配置し、放電開始後 2 分間はシャッターを閉じ、放電安定の後にシャッターを開いて成膜をおこなった。得られた膜は電気伝導度評価の他、ラマン分光による結晶性の評価、膜厚段差計を用いた膜厚、成膜速度の評価を行った。

### 3. 実験結果

アンテナ面近傍のプラズマ密度を測定したところ、アンテナ近傍においては  $10^{18} \text{ m}^{-3}$  の高密度プラズマが観測されているが、密度は空間的に数 cm で 1/10 程度までに減衰していることが確認された。次に、電力 550 W、圧力 27 Pa、アンテナ - 基板間距離 3 cm、 $\text{SiH}_4/\text{H}_2$  流量 3/97 sccm の条件において本アンテナを用いて製膜をおこなった。得られた膜についてラマン分光測定をおこなったところ、 $520 \text{ cm}^{-1}$  にピークが存在しており $\mu\text{c-Si}$ 膜が形成されていることを確認した。またシャッターの使用の有無において膜を堆積し、電気伝導度を比較したところ、シャッターの利用による電気特性の向上が確認され、光伝導度は  $1.6 \times 10^{-5} \text{ S/cm}$  であった。講演では膜の電気特性についても報告する予定である。

### 謝辞

本研究の一部は、文部科学省知的クラスター創成事業 (第 II 期) (～東海広域ナノテクものづくりクラスター～) により実施された。

### 参考文献

- [1] Tatsuo Ishijima, Yasunori Nojiri, Hirotaka Toyoda, and Hideo Sugai, Jpn. J. Appl. Phys. **49**, 086002 (2010).

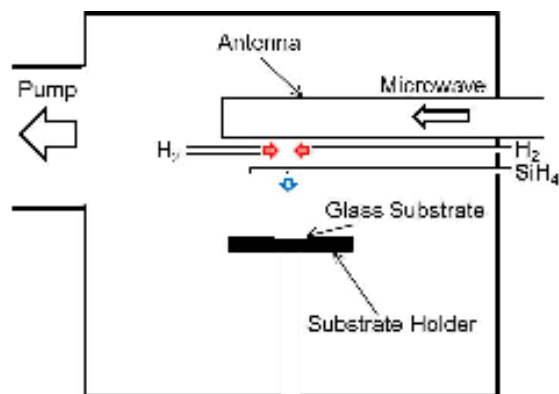


Fig. 1. Experimental setup.