準大気圧プラズマによる高濃度 CF_4 ガスを用いた フルオロカーボン膜の高速合成と特性評価
High-rate synthesis of fluorocarbon film using a concentrated CF_4 gas by sub-atmospheric pressure plasma and evaluation of the film property

阪大院工, ○田中 智之, 木倉 丈, 竹本 啓輝, 垣内 弘章, 安武 潔, 大参 宏昌

Osaka Univ., ○Tomoyuki Tanaka, J. Kikura, H. Takemoto, H. Kakiuchi, K. Yasutake, H. Ohmi
E-mail: ttanaka@ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp / ohmi@prec.eng.osaka-u.ac.jp

1．緒　　言

PPFC(Plasma Polymerization Fluorocarbon)膜は、絶縁性・耐薬品性を有する膜として層間絶縁膜や撥水膜といった様々な分野での応用が期待されている[1]。これまでに、C_4F_8 をはじめとした高次の炭素を含む PFC(Perfluorocarbon)ガスを原料ガスに用いた PPFC 膜の形成に関する報告が多くなされてきているが、これら高次 PFC ガスのコストは、最も構造が単純で安定な CF_4 に比べて、非常に高価なものとなる。そこで本研究では、PPFC 膜のより廉価で高速な形成手法の開発を目指し、廉価な CF_4 を原料ガスに用いた準大気圧下でのプラズマ CVD 法の適用を試みた。今回は、本成膜法における成膜特性と得られた膜特性を調査したので、その結果を報告する。

2．実 験 方 法

実験では、150 MHz の VHF（Very High Frequency）電力を供給し、接地した Si 基板と電極間の約 1 mm のギャップに容量結合型プラズマを生成した。基板ステージは水冷されると同時に、任意の速さで回転可能なため、局在プラズマに対する基板のプラズマ曝露時間を制御できる。チャンバー内を真空排気後、原料ガスとして 50%の CF_4 を含む He ガスをチャンバー内へ導入した。成膜条件として、VHF 投入電力を 25–200 W、プロセス圧力を 100 Torr として溜め込みの条件で基板回転数を変化させながら 10 分間プラズマ成膜を行った。成膜後の基板は、その表面・断面形態を電子顕微鏡、膜中の結合状態を透過型 FTIR により評価し、さらには水との接触角を観察・評価した。また成膜と同時に各条件で生成したプラズマの発光分光を行った。

3．結果および考察

投入電力依存性を調べた結果、150 W において僅かに膜の付着が観察され、200W 投入時には、有意な量の CF_4 原料ガスによる PPFC 膜の形成が確認された。また、発光分光によるプラズマ診断の結果から投入電力の増加に伴って CF_2 ラジカル由来の発光強度が増加する様子が観察された。このことから、CF_4 の分解に十分な電力を投入する事で、CF_2 ラジカルの生成量が増加し PPFC 膜の形成が可能になることが明らかになった。更に基板回転数を増加させることで成膜速度は 0.75 μm/min に達した。基板回転によるプラズマ曝露時間の変化は基板温度に大きく影響していると考えられるため、CF_4/He プラズマで PPFC 膜を形成するには基板温度の過昇温を抑える必要がある。

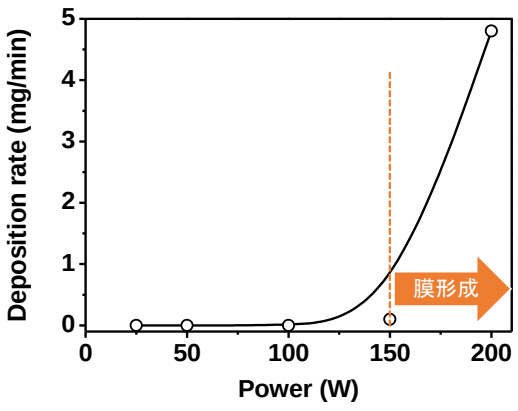

Fig.1 Deposition rate of the PPFC film as a function of input VHF power

4．結　　言

以上の結果から、高濃度・高圧の CF_4 を原料ガスに用いたプラズマ CVD により、十分な電力を投入することで PPFC 膜を高速合成できることが分かった。

[1] Y. Matsumoto and et al.: Sens. Actuators A **83**, (2000) 179–185.

© 2018年 応用物理学会