大気圧プラズマジェット照射を伴う成膜プロセスにおける 基板への正バイアス電圧印加効果

Effect of positive bias voltage applying to substrate for atmospheric-pressure plasma jet deposition process

産総研ナノ材料 RI¹, 産総研先端オペランド計測 OIL²

○清水禎樹^{1,2}, 畠山一翔^{1,2}, 伯田幸也^{1,2}

Nanomaterials Res. Inst., AIST¹, Operando OIL, AIST²

○Yoshiki Shimizu^{1,2}, Kazuto Hatakeyama^{1,2} and Yukiya Hakuta^{1,2},

E-mail: shimizu.yoshiki@aist.go.jp

1. はじめに

発表者らは、大気圧プラズマジェットを利用したナノ粒子合成技術を開発するとともに、その応用技術開発の一つとして、ナノ粒子が鍵となるデバイス作製プロセスへの応用を検討している。これまでの発表でわれわれは、可視光応答型光触媒薄膜作製への応用を例に、その代表的な薄膜の一つである金ナノ粒子/酸化亜鉛複合(コンポジット)薄膜作製の試みと光触媒特性評価について、主に次の2点を報告した¹⁾。①金ナノ粒子の合成過程にある大気圧プラズマジェットを酸化亜鉛薄膜に照射しながら走査し、薄膜表面の広面積に金ナノ粒子を堆積させるコンポジット薄膜作製方法、②太陽光照射による光触媒特性評価では、酸化亜鉛薄膜と比較して、コンポジット薄膜は倍以上の光触媒特性を示すことを確認。これらの結果は、本プロセス技術が、可視光応答型光触媒薄膜作製プロセスに利用できる可能性を示唆している。その一方で、ナノ粒子堆積過程におけるプラズマ照射で酸化亜鉛薄膜が変質し、光触媒特性の更なる向上を妨げている可能性も見出されている。薄膜変質の要因としては、プラズマからの熱流束による熱損傷や、イオン衝突による構造劣化などが考えられる。

このような照射による薄膜の変質抑制に向けて、本研究ではイオン衝突による変質抑制を目指し、薄膜基板への正バイアス電圧印加効果を検討した。プラズマから薄膜へのイオン入射方向とは逆の正電圧を薄膜基板に印加し、薄膜へのイオン入射エネルギーを緩和するのが狙いである。

2. 実験

コンポジットのホスト薄膜として用いる酸化亜鉛薄膜は、ゾルゲル法でシリコン基板上に成膜した。この薄膜基板を、直流バイアス電圧印加機構を備えたステージに載せ、所定の電圧を印加した状態で大気圧プラズマジェットを照射・走査し、酸化亜鉛薄膜の全面に金ナノ粒子を堆積した。光触媒特性は、光酸化反応によるメチルオレンジ溶液の退色挙動で評価した。所定濃度のメチルオレンジ溶液中に浸漬したコンポジット薄膜に疑似太陽光を照射し、メチルオレンジ溶液の経時的な退色変化を、紫外・可視分光光度計による吸光スペクトル強度測定で評価した。

3. 結果

180 分の太陽光照射によるメチルオレンジ溶液の退色挙動評価では、正バイアス電圧印加なしの条件で作製したコンポジット薄膜による退色効率が約 60%であったのに対して、正バイアス電圧を印加して作製した薄膜では約 95%に達した。大気圧プラズマジェット照射による酸化亜鉛薄膜変質(結晶性変化)の評価では、正バイアス電圧印加なしでは結晶性の劣化が確認されたのに対し、印加したケースではほとんど変化しないことが確認された。このように、本プロセスにおける薄膜基板への正バイアス電圧印加は、ホスト薄膜の変質を抑制し、その本来の特性を維持するのに有効な手段と考えられる。当日の発表では、正バイアス電圧印加条件の詳細、また、金ナノ粒子の密着強度や粒径に対する正バイアス電圧印加の影響についても発表する予定である。

参考文献1)第66回応用物理学会春期学術講演会 講演予稿集 11a-PA5-9