

# 大気熱プラズマ CVD による光触媒酸化チタン皮膜の形成 2002-2004 年度

## 1. 緒言

酸化チタンをはじめとする光触媒皮膜は、抗菌コートや親水性コート、色素増感型太陽電池など様々な用途に用いられている。しかし、現在実用化されているゾルゲル法や MOCVD、プラズマ溶射法はそれぞれ、厚膜の形成が難しい、成膜速度が遅く真空設備を必要とする、原料粉末が高いうえ皮膜の組織・組成制御が困難などの問題があり、光触媒酸化チタン皮膜はエロージョンの激しい環境では使用されていないのが現状である。ただし、耐エロージョン性のある光触媒皮膜は、河川の底面やビル外壁の清浄化を図る上で有効であるうえ、近年普及が著しい太陽熱温水器の水管や底面の清浄化、長寿命化とともに太陽光発電機能の付加も可能となり、環境改善や自然エネルギーの利用効率向上を図る上で、様々な用途への応用が期待できる。本研究では、熱プラズマ CVD を用いた大気雰囲気下で行える高速機能性皮膜形成技術の確立を目的とし、本研究はその基礎検討として、実用レベルの皮膜強度、光触媒特性を持つ酸化チタン皮膜の形成法の開発を行った。

## 2. 実験方法

熱プラズマ CVD 装置は、図 1 に示す大気プラズマ溶射装置に準じた構造のものを用い、作動ガスには Ar ガス（流量 20SLM）、皮膜形成物質にエタノールで 2 倍に希釈したチタニウムテトラプロポキシド（供給量 30ml/h）、基材には SUS304 ステンレス板を使用し、大気雰囲気下で 5 分間成膜（基材へのプラズマ照射）を行った。成膜は、10-60mm の各成膜距離（プラズマトーチ先端—基材表面間距離）に設定して行い、成膜距離の変化に伴う皮膜組織・組成の変化についても調べた。

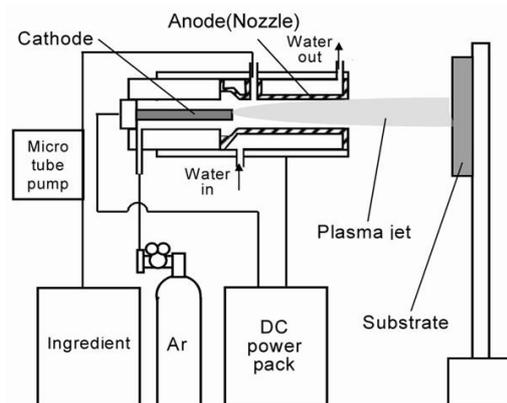


図 1 熱プラズマ CVD 装置の模式図

## 3. 実験結果

上記条件にて酸化チタン成膜を行った結果、図 2 の XRD 結果、図 3 の水滴滴下によるぬれ性試験結果に示す通り、成膜距離 10~40mm の場合は成膜時間 5 分で  $20\mu\text{m}$  程度の結晶相（アナターゼ相とルチル相）を持つ酸化チタン皮膜が形成された。皮膜は、成膜距離を離すに従って結晶性が低下し成膜距離 60mm ではアモルファス相が主体となり、それに伴い光触媒特性（皮膜表面のぬれ性）も低下するものの、皮膜強度は成膜距離を離すに従い向上するため、アモルファス相と結晶相が混在する酸化チタン皮膜を形成することにより、これまで大気雰囲気下では形成が困難であった、実用レベルの皮膜強度と光触媒特性を併せ持つ酸化チタン厚膜の形成が可能になった（成膜距離 50mm で形成した皮膜がそれに該当する）。溶射距離を離すに従いアモルファス相の含有率が増加した理由としては、図 4 に示すように、基材近傍で起こるクエンチングにより原料蒸気がアモルファス粒子となり基材上に堆積されるが、溶射距離が短い場合は基材がプラズマによる加熱により高温になるため、体積粒子の結晶化が進行するのに対し、溶射距離が長い場合には基材が高温にならないため結晶化が進まず皮膜に多くのアモルファス相が残留するものと考えられる。

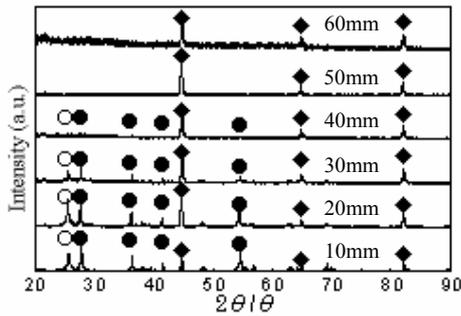


図2 皮膜のX線回折結果  
(○:Anatase, ●: Rutile, ◆: Fe(Substrate))

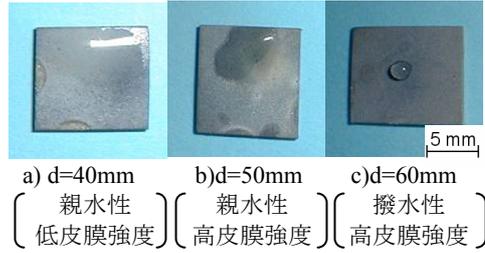


図3 皮膜のぬれ性試験結果  
(d: 成膜距離)

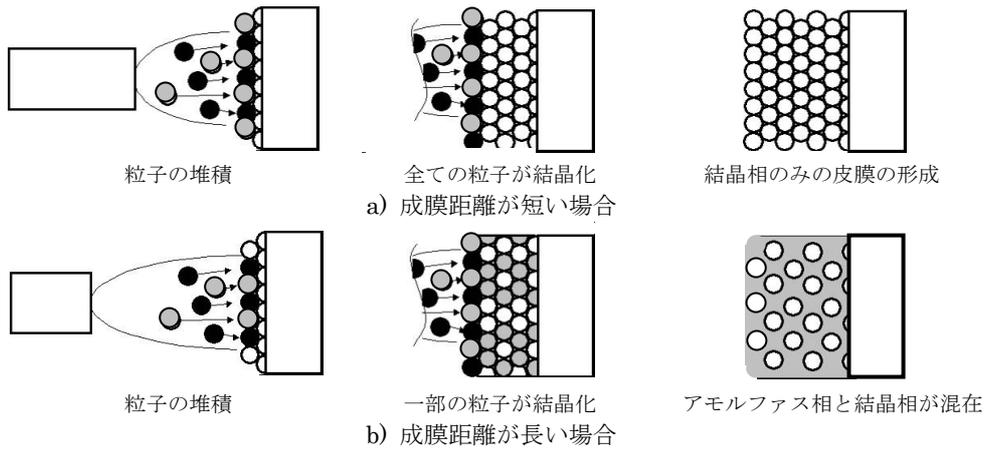


図4 皮膜形成メカニズムの模式図 (●: アモルファス粒子, ○: 結晶粒子, ●: 液滴)

#### 4. 結論

大気雰囲気下で熱プラズマ CVD による酸化チタン皮膜形成を行った結果、成膜時間 5 分で  $20\mu\text{m}$  程度の結晶相（アナターゼ相とルチル相）を持つ酸化チタン皮膜が形成可能である事がわかった。照射距離の皮膜性質に及ぼす影響については、照射距離を近づけるに従い皮膜の結晶化率は上昇し光触媒特性も向上する反面、皮膜強度は著しく低下することが明らかとなった。

#### 参考文献

本研究に関する論文リストは[こちら](#)。