

反応性真空アーク蒸着法によるアナターゼ型 TiO₂ 膜の生成

正員 滝川 浩史 (豊橋技科大)

学生員 笹岡 毅志 (豊橋技科大)

正員 榊原 建樹 (豊橋技科大)

Synthesis of Anatase TiO₂ Film by Reactive Vacuum Arc Deposition Method

Hirofumi Takikawa, Member, Tsuyoshi Sasaoka, Student-member, Tateki Sakakibara, Member (Toyohashi University of Technology)

TiO₂ in anatase crystalline structure has strong photo-catalysis. In this paper, TiO₂ films are deposited on soda-glass substrate using a Ti cathode vacuum arc with O₂ flow. Experimental conditions are as follows: arc current, 50 A; pressure, 0.3 and 1.0 Pa; O₂ flow rate, 20 ml/min; cathode-substrate distance, 250 mm; bias DC voltage to the substrate, none and -300V. As-deposited films are annealed for 60 min under atmosphere and vacuum. The following results were obtained. (1) Deposition rate is 0.07 μm/min. (2) As-deposited films are amorphous. (3) Films annealed at 250 ~ 500°C have an anatase crystalline structure. These results are independent of pressure, bias, and annealing environment.

In another process, the films are deposited for 30 min when the substrate holding table is connected to the anode chamber. Experimental conditions are as follows: arc current, 50 A; pressure, 1.0 Pa; O₂ flow rate, 20 ml/min; cathode-substrate distance, 250 mm. Almost 30% of the arc current was observed to flow through the substrate table, and the surface temperature of the table increased up to 450°C. The reason for this is considered to be that Joule heating occurs when the current flows through the film deposited on the table. The film deposited in this process is dominantly anatase.

The above experiments show that anatase TiO₂ film can be deposited on soda-glass by the reactive vacuum arc method.

キーワード： 反応性真空アーク蒸着法, アナターゼ型結晶 TiO₂, 膜厚, 加熱処理, 結晶化, 分流ジュール加熱

1. はじめに

一般に、二酸化チタン (TiO₂) は、アナターゼ (anatase), ルチル (rutile), およびブルッカイト (brookite) という3種類の結晶構造を呈する⁽¹⁾。このうち、アナターゼ型結晶の TiO₂ は極めて活発な光触媒材料として知られている⁽²⁾。アナターゼ型 TiO₂ にバンドギャップ (約3.2eV) 以上のエネルギーの光を照射すると、TiO₂ は光励起し、表面に電子・正孔対を形成する。この正孔は極めて強い酸化力を有し、表面に接触する物質を酸化分解する。このことから、TiO₂ は、殺菌、抗菌、汚れ防止などの環境浄化分野での応用が検討されている⁽³⁾。特に、近年、ガラス建材や建造物壁に TiO₂ 光触媒を担持して、トンネル内や大都市圏の慢性渋滞路線における自動車排気ガスを分解・固定する

技術に関しては大きな期待が寄せられている⁽⁴⁾。更に、TiO₂ 薄膜は透明であることから、光半導体や透明湿式太陽電池の母材としての研究開発も進められている⁽⁵⁾。TiO₂ 薄膜は、これまで、ゾルーゲル法などの水性コーティング法⁽⁶⁾、⁽⁷⁾ や反応性スパッタ法⁽⁸⁾ などで生成されている。TiO₂ 膜が光触媒として機能するためには、光を吸収できるだけの厚さ (約1μm) が必要だと言われている⁽⁹⁾。ところが、水性コーティング法では1回の成膜厚さが0.2μm以下であり、1μmの厚さの膜を得るためには成膜プロセスを数回繰り返さなければならない。また、反応性スパッタ法の場合、成膜速度が約0.003μm/min⁽⁸⁾と極めて遅い。TiO₂ 光触媒膜を有効利用するためには、これらの手法に代わるより高速な成膜技術の開発が望まれている。

一方、筆者らは、これまで、反応性真空アーク蒸着法を