

## 種々の反応性真空アーク蒸着装置による アモルファス酸化チタン膜の生成

正員 滝川 浩史 (豊橋技科大)      学生員 松井 健晃 (豊橋技科大)  
正員 宮野 竜一 (豊橋技科大)      正員 榊原 建樹 (豊橋技科大)  
非会員 Avi Bendavid (CSIRO)      非会員 Philip J. Martin (CSIRO)

### Fabrication of Amorphous Titanium Oxide Films with Various Reactive Vacuum Arc Deposition Apparatuses

Hirofumi Takikawa, Member, Takaaki Matsui, Student-member, Ryuichi Miyano, Member, Tateki Sakakibara, Member (Toyohashi University of Technology), Avi Bendavid, Non-member, Philip J. Martin, Non-member (CSIRO, Australia)

Amorphous  $\text{TiO}_2$  thin films were deposited on glass and Si substrates with steered vacuum arc deposition (NAD; Non-filtered Arc Deposition), shielded arc deposition (SAD), and magnetically filtered arc deposition (FAD) systems. The film deposited by NAD contained a few large droplets sized  $1.0 \mu\text{m}$  and a large quantity of small droplets sized  $0.1 \mu\text{m}$ . The film deposited by SAD contained no large droplets but the small droplets were remained by half of those on the film deposited by NAD. The film deposited by FAD contained almost no droplets. As for optical properties (transmittance, refractive index, and extinction coefficient) and mechanical properties (microhardness and elastic modulus), there is no significant difference among the films deposited by each method. The films were thoroughly transparent with no absorption in visual region, and harder than the glass substrate. Deposition rate of SAD decreased by three quarters of that of NAD.

キーワード：反応性真空アーク蒸着法，アモルファス  $\text{TiO}_2$  膜，ドロップレット，光学特性，機械的特性

#### 1. はじめに

酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) は透明で、高屈折率、高誘電率を呈し、かつ化学的に安定な機能性材料であるため、従来、光学薄膜や化粧用顔料などに利用されている。また、アナターゼ型結晶のものは高い光触媒作用を有し、環境浄化分野における応用が進んできている<sup>(1)~(3)</sup>。

$\text{TiO}_2$  薄膜の形成法としては、ゾルゲル法<sup>(2),(3)</sup>、コロイド焼き付け法<sup>(4)</sup>、CVD法<sup>(5),(6)</sup>、反応性スパッタ法<sup>(7)~(9)</sup>などがある。一方、筆者らはこれまで、普及タイプである陰極点磁気駆動型(ステアド型)の真空アーク蒸着装置を用いてアモルファスやアナターゼ型結晶の  $\text{TiO}_2$  膜が生成できることを示し<sup>(10)</sup>、その手法によって生成した  $\text{TiO}_2$  膜の光学バンドギャップなどを明らかにしている<sup>(11),(12)</sup>。真空アーク蒸着法は、陰極点から放出される高エネルギーのイオンを利用して薄膜を形成する手法であり、成膜速度が高い、基板との密着性の良い膜が生成できる、装置が簡便で製造コストが安い、などの利点がある。しかしながら、陰極点からイ

オンと同時にドロップレットと呼ばれる金属溶融微粒子が放出され、これが生成膜に堆積する<sup>(13)~(15)</sup>。一般に、ドロップレットの大きさはサブミクロンから十数  $\mu\text{m}$  であり、より高品質の膜を生成するという観点からは、ドロップレットの付着や堆積は重大な問題である。特に、 $\text{AlN}$  膜生成の場合など、ドロップレットを除去しないと高品質の膜は得られない<sup>(15)</sup>。

真空アーク蒸着法におけるドロップレット問題の解決法は、これまでに、分散放電型アーク法<sup>(16)</sup>、ステアド型アーク法<sup>(17)</sup>、シールド型アーク法<sup>(18),(19)</sup>、磁気フィルタ型アーク法<sup>(20)~(24)</sup>などが考案されている。分散放電アーク法は、加熱したクロム陰極で見られ、ドロップレットそのものが発生しない。しかしながら、この手法に関する研究は Vasinらによるものしかない<sup>(16)</sup>。ステアド型アーク法は、広く用いられている方法であるが、ドロップレットの発生を十分に防ぐことはできない。シールド型法は、陰極と基板との間に一枚の板(遮蔽板)を配置して、基板にドロップレットが付着するのを防ぐ方法である。筆者らも、 $\text{TiN}$  成膜の