

## 酸化チタン光触媒膜の作製

キーワード：酸化チタン、光触媒、薄膜、スパッタリング、アセトアルデヒド

### 概要

光触媒作用を示す酸化チタンは太陽の光でNOxを分解したり、臭い除去、汚れ防止や殺菌作用などを示すため、最近盛んに商品開発が検討されています。酸化チタンが光触媒作用を示す原因は酸化チタンに光（波長400nm以下の紫外線）が当たると表面に酸化力の高いヒドロキシルラジカル( $\cdot\text{OH}$ )が生じ、有機物を酸化分解すると言われています。他にも光触媒作用を示す材料は見つっていますが、酸化チタンは高い酸化作用を示し、化学的に安定で、工業用材料としてよく使われている安全な材料です。当初、酸化チタンの粉末が無機バインダー（シリカなど）と混ぜ合わせて塗布され使われていましたが、最近は液状で塗布できる薬品が出されています。しかしながら、やはり無機バインダーが混ぜ合わされるため光触媒作用は酸化チタン粉末より低下します。また、酸化チタンによる光触媒は太陽光の紫外光で起こっており、大きな負荷には適さないと言えるでしょう。光触媒作用が太陽からの可視光で実現できればよいのですが、残念ながらまだ実用化には至っていません。

最近の家屋は密閉構造となり、内装材から発生するホルムアルデヒドやタバコから発生するアセトアルデヒドなど様々な有機気体が充満し、人体に悪影響を及ぼすことが指摘されています。また、冷蔵庫からの臭いや老人臭なども問題となっており、改善策として空気清浄器や空気清浄機能を付与したエアコンなどが盛んに検討されているのが現状です。

当研究所ではスパッタリングという成膜方法で、室内空気環境を改善するための酸化チタン膜をガラス基板やアルミ基板上に作製し、アセトアルデヒドの光分解特性を検討しましたので紹介します。

### 酸化チタン膜の作製法

酸化チタンは主に3つの結晶構造が知られており、そのなかでアナターゼ構造が最も光触媒効果を発揮することが報告されています。そのためアナターゼ構造の膜生成条件を探ることが中心になります。その後、光触媒効果を調べます。当所で検討していますスパッタリングは真空容器の中で一定割合の酸素を添加したアルゴン気体中で放電させ、そのプラズマ中に出来たアルゴンまたは酸素イオンがターゲット材（ここでは金属チタンや酸化チタン）をはじきとばして、近くにおいた基板に膜を堆積する方法です。この方法は液晶テレビ、携帯電話などの中の半導体部品を作る時によく使われています。この方法の長所は比較的低温で種々の基板に直接膜を成膜でき、成膜条件で結晶構造を調整できることです。短所としては成膜速度が遅く、そのため高価となります。しかしながら、光触媒は膜表面で起こり、膜厚は薄くても良いため、今後は、本方法での製造が期待されています。表1に当所の装置でターゲット材に金属チタンを使用した時の酸化チタン成膜条件を示します。ターゲットに酸化チタン焼結体を用いる場合、ターゲットは絶縁体なので高周波電源を使用しますが、いずれのターゲットを用いても目的の酸化チタン膜は作製できます。

表1 酸化チタン成膜条件

装置	直流マグネトロンスパッタ装置
ターゲット	金属チタン（純度；99.99%）
基板温度	300℃
全圧力（Ar+O <sub>2</sub> ）	16Pa
酸素割合	45%
ターゲット電流	0.4A
基板	無アルカリガラス（30mmX60mm）
膜厚	600nm

基板はガラスを用いましたが、他の材料でもかまいません。但し、ナトリウム ( $\text{Na}^+$ ) などのアルカリ金属を含む基板は光触媒活性が低下するため使えません。

### 光触媒評価法

図1はアセトアルデヒドの光分解に用いた評価装置です。5リットルのアクリルボックス中に6Wのブラックライト（紫外線を照射）を設置し、酸化チタンを成膜した試料をブラックライト下に設置した後、アセトアルデヒドを注射器で100ppmの濃度に投入します。アセトアルデヒド濃度はブラックライトを点灯後、検知管で一定時間ごとに測定し、その濃度減少を観察します。

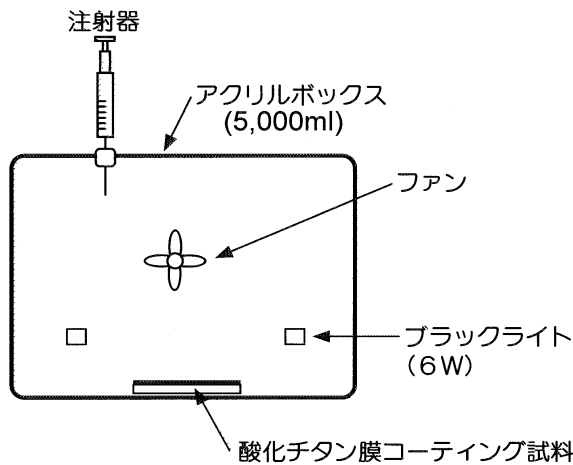


図1 光触媒評価装置

### 光触媒効果

成膜条件により光触媒効果は変わりますが、ガラス基板 (30mm × 60mm) に酸化チタンを厚み600nmに成膜した試料のアセトアルデヒド分解特性の一例を図2に示します。図からアセトアルデヒドは紫外線照射により急速に分解し1.5時間でほとんど分解されることが分かります。アルミニウムを基板に用いても光触媒特性は認

められます。また、作製した酸化チタン膜は一酸化窒素 ( $\text{NO}$ ) の分解も起こることを確認しています。残念ながら、アセトアルデヒドはフィルターで紫外線を除いた光を酸化チタン膜に照射した場合、酸化分解しません。

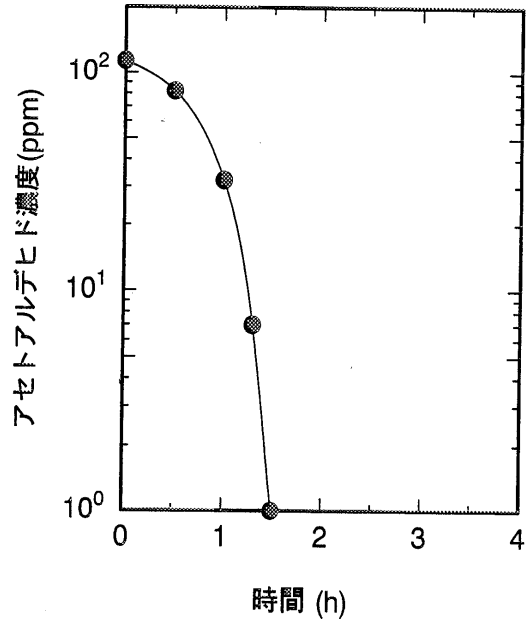


図2 酸化チタン膜の光触媒効果

### まとめ

以上のように、30mm × 60mmの小さなガラス基板の上に作製した酸化チタン膜は100ppmのアセトアルデヒドを容易に分解します。しかしながら前述したように紫外線の照射が必要となります。室内で使用する場合、紫外線照射は出来るだけ避けたいところです。今のところ室内に設置されている蛍光灯からもわずかに紫外線が出ており、その紫外線を利用してアセトアルデヒドを分解することは可能です。実際に蛍光灯のそばに酸化チタン膜を置いておくと、ブラックライトに比べて分解特性は著しく低下しますが、アセトアルデヒドは徐々に二酸化炭素と水に分解します。今後は紫外線を利用せずに、可視光で光触媒を示す材料の研究が望まれます。

### 文献

特願平10-301475 光触媒体の作製方法